Günümüzün ve Geleceğin Malzemeleri Polimerler...

Bilim ve Teknik



Aylık Popüler Bilim Dergisi
Şubat 2010 Yıl 43 Sayı **507**
4 TL

Plastikten Esnek, Çelikten Dayanıklı
Sırrı Çözülemeyen Biyopolimer
Örümcek İpeği

Geleceğin Ekran Teknolojisi OLED

Gen Fabrikalarıyla Sentetik Yaşama Doğru

Beyin ve Kişilik

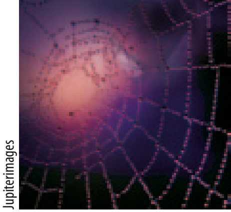


Bilim ve Teknik

TÜBİTAK

Aylık Popüler Bilim Dergisi
Yıl 43 Sayı 507
Şubat 2010

"Benim mânevi mirasım ilim ve akıldır" Mustafa Kemal Atatürk


Jupiterimages

Yumuşak, esnek, kolay şekil verilebiliyor, hepsinden önemlisi de bol ve ucuz. Çok işlevsel, neredeyse her derde deva, diğer taraftan da başımızın belası. Atıkları en büyük çevre kirliliği kaynakları arasında. Bir malzemeden, tahmin etmiş olabileceğiniz gibi plastikten söz ediyoruz. Bu malzeme bilimsel terminolojide polimer olarak adlandırılıyor ve çok çeşitli alanlarda, değişik biçimlerde karşımıza çıkıyor.

Bu ay polimerleri ana konu olarak işledik. İşin içine girdiğimizde gördük ki konu çok geniş. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Kimya Enstitüsü'nden Dr. Tülay İnan'ın koordinasyonuyla polimerler alanında konunun uzmanı bilimciler tarafından on iki ayrı yazı hazırlandı. Bunlardan ancak beşine bu sayımızda yer verebildik. Diğer yazıları da önümüzdeki aylarda yayımlamaya devam edeceğiz.

Polimer araştırmalarında bu malzemeden beklenenin dayanıklılık, esneklik, hafiflik ve en önemlisi geridönüşebilirlik olduğunu gördük. Bu özellikleri sağlayabilen polimerler laboratuvarlarda henüz tam olarak elde edilemedi. Ancak doğada saç telinden ince, pamuktan hafif, çelikten beş kat sağlam, plastikten esnek bir biyopolimer var: Örümcek ipeği. Polimerler konusunu arkadaşımız Dr. Özlem İkinci'nin kaleme aldığı "Plastikten Esnek, Çelikten Dayanıklı, Sırrı Çözülemeyen Biyopolimer: Örümcek İpeği" adlı yazıyla başlattık ve bu konuyu kapağa çıkardık. Sonra, polimerler alanında gelinen noktaları gösteren yazılara yer verdik. "Organik Işık Yayan Cihazlar" başlıklı yazı kısa adıyla OLED olarak bilinen ekran teknolojilerini ele alıyor. "Geleceğin Yeni İletken Malzemeleri: İletken Polimerler" yazısı ise çoğunlukla yalıtkan olarak bilinen ve kullanılan polimerlerin iletkenlik özelliklerini gösteriyor. "Yumuşak ve Akıllı Polimerler" başlıklı yazıda "'süpergözenekli hidrojeller" diye adlandırılan polimerlerin insan vücuduna yerleştirilen biyomedikal cihazlarda kullanımı ve diğer uygulamaları anlatılıyor. "Kir Tutmayan Yüzeyler" başlıklı yazıdaysa ucuz bir polimer kullanarak, kendi kendini temizleme yeteneğine sahip kaplamaların üretilebileceğini gösteren ve dünya literatürüne ilk kez Türkiye'den bir yayınla giren çalışmalara yer veriliyor. Polimerler konusunun dışında, ancak bir yönüyle de bu konuyla ilintili "Gen Fabrikalarıyla Sentetik Yaşama Doğru" başlıklı yazı, tartışmalı bir konu olan biyolojik yapılara müdahaleler alanının da ötesinde, tüm bir yaşam inşası iddiasındaki uçuk, ürkütücü çalışmaları gündemimize taşıyor.

Ana konumuzun dışında farklı alanlarda yazılarımız da var: Sosyal Ağlarla İnternetin Yeniden Keşfi, Mikro Karadelikler, Beyin ve Kişilik, Proteom Analizi, Küresel Isınma ve Geleceğin Hastalıkları bunlardan bazıları.

Bu arada abone kayıtlarımıza gösterdiğiniz yoğun ilgiye teşekkür ederiz.

http://www.biltek.tubitak.gov.tr/ adresimizden hemen abone olabiliyorsunuz ve derginiz imza karşılığı adresinize teslim ediliyor.

Sevgilerle,
Adnan Bahadır

Sahibi
TÜBİTAK Adına Başkan
Prof. Dr. Nüket Yetiş

Popüler Bilim Yayınları Müdürü
Genel Yayın Yönetmeni
Adnan Bahadır
(adnan.bahadir@tubitak.gov.tr)

Sorumlu Yazı İşleri Müdürü
Duran Akca
(duran.akca@tubitak.gov.tr)

Yayın Kurulu
Prof. Dr. Ömer Cebeci
Doç. Dr. Tarık Baykara
Prof. Dr. Atilla Güngör
Dr. Şükrü Kaya
Adnan Kurt
Yrd. Doç. Dr. Ahmet Onat
Prof. Dr. Muharrem Yazıcı

Yazı ve Araştırma
Alp Akoğlu
(alp.akoglu@tubitak.gov.tr)
İlay Çelik
(ilay.celik@tubitak.gov.tr)
Dr. Özlem İkinci
(ozlem.ikinci@tubitak.gov.tr)
Burak Kale
(burak.kale@tubitak.gov.tr)
Gizem Karlılar
(gizem.karlilar@tubitak.gov.tr)

Redaksiyon
Umut Hasdemir
(umut.hasdemir@tubitak.gov.tr)
Sevil Kıvan
(sevil.kivan@tubitak.gov.tr)
Özlem Özbal
(ozlem.ozbal@tubitak.gov.tr)
Adem Uludağ
(adem.uludag@tubitak.gov.tr)

Grafik Tasarım - Uygulama
Ödül Evren Töngür
(odul.tongur@tubitak.gov.tr)

Web
Sadi Atılgan
(sadi.atilgan@tubitak.gov.tr)

Mali Yönetmen
H. Mustafa Uçar
(mustafa.ucar@tubitak.gov.tr)

Okur İlişkileri - İdari Hizmetler
Lale Edgüer
(lale.edguer@tubitak.gov.tr)
E. Sonnur Özcan
(sonnur.ozcan@tubitak.gov.tr)
İmran Tok
(imran.tok@tubitak.gov.tr)

Yazışma Adresi
Bilim ve Teknik Dergisi
Atatürk Bulvarı
No: 221 Kavaklıdere 06100
Çankaya - Ankara

Tel
(312) 427 06 25
(312) 427 23 92

Faks
(312) 427 66 77

Okur İlişkileri
(312) 467 32 46
(312) 468 53 00/1061-3438
Faks: (312) 427 13 36

Internet
www.biltek.tubitak.gov.tr
e-posta
bteknik@tubitak.gov.tr

ISSN 977-1300-3380

Fiyatı 4 TL
Yurtdışı Fiyatı 5 Euro.

Dağıtım: TDP A.Ş.
http://www.tdp.com.tr

Baskı: İmpress Baskı Tesisleri
İmaj İç ve Dış Tic. A.Ş.
imajas.com.tr

Baskı Tarihi: 27.01.2010

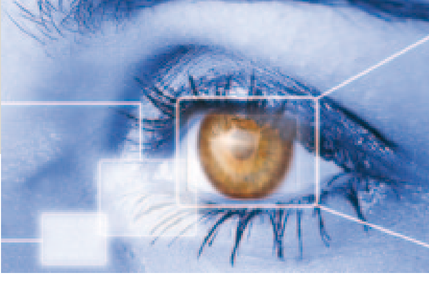
Bilim ve Teknik Dergisi, Milli Eğitim Bakanlığı [Tebliğler Dergisi, 30.11.1970, sayfa 407B, karar no: 10247] tarafından lise ve dengi okullara; Genelkurmay Başkanlığı [7 Şubat 1979, HRK: 4013-22-79 Eğt. Krs. Ş. sayı Nşr.83] tarafından Silahlı Kuvvetler personeline tavsiye edilmiştir.

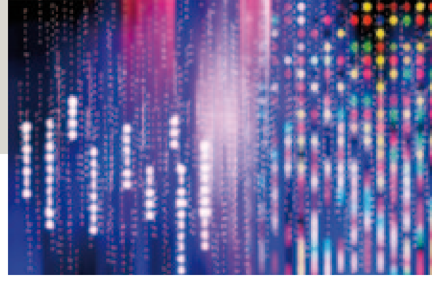
İçindekiler













Kaçıncı Çocuksunuz?

İlay Çelik

Günlük hayatımızda ya da televizyon dizilerinde çocukların ailedeki çocukların kaçıncısı olduklarına göre farklı davranış kalıpları sergilediklerine sık sık şahit oluruz. Yeni bir araştırmaya göre psikologların doğum sırası stereotipleri olarak adlandırdığı bu olgu yeni bir araştırmayla da doğrulandı: En büyük çocuklar işbirliğine daha az yatkın, daha güvensiz oluyorlar ve karşılıklılığa daha az önem veriyorlar.

Psikologlar doğum sırasının önemini Sigmund Freud'un zamanından beri tartışıyor. Doğum sırasının kişiliğin oluşumunda önemli bir rolü olduğunu savunanlar, örneğin ortanca çocukların en büyük ve en küçük kardeşlerinden daha sosyal olduğunu çünkü ebeveynlerinden en az ilgiyi gördüklerini ve dolayısıyla aile dışında arkadaşlıklar geliştirmek zorunda kaldıklarını söylüyorlar. Psikologların bu konudaki bulguları anket ve mülakatlara dayanıyor.

Fransa'daki Montpellier 2 Üniversitesi'nden evrimsel biyolog Alexandre Courtiol ve ekibi daha nesnel bir test yapmak istediler. Birbiriyle bağlantısız 510 üniversite öğrencisinden iki kişilik bir yatırım oyunu oynamalarını istediler. Oyun şöyle oynanıyor: İki oyuncu da oyuna 3 avroyla başlıyor. Yatırımcı olan A oyuncusu parasının istediği kadarını bankacı olan ve parayı üçe katlayacak olan B oyuncusuna gönderiyor. Sonra da B oyuncusu elindeki bu defa daha da fazla olan paranın istediği kadarını A oyuncusuna geri gönderiyor. B oyuncusunun geriye para gönderme zorunluluğu da olmadığı için A'nın B'ye gönderdiği para miktarı A'nın duyduğu güvenin bir ölçüsü oluyor. Bu durumda B'nin A'ya geri gönderdiği miktar da karşılıklılığa önem vermenin bir ölçüsü oluyor.

Araştırmacılar her bir gönüllüyü rastgele olarak A ya da B oyuncusu olarak belirledi ve gönüllülere oyundaki eşleriyle hiç karşılaşmayacaklarını söyledi. Gerçek bir kişinin rastgele davranışlarından etkilenmemelerini sağlamak için oyuncular kurgusal rakiplerle oynatıldı.

Araştırmacılar oyun verilerini oyuncuların kaçıncı çocuk olduklarına göre grupladıklarında, ilk çocuk olan A oyuncularının son çocuk olan A'lardan daha güvensiz oldukları, B oyuncusuna % 25 daha az para gönderdikleri görüldü. İlk çocuk olan B oyuncularının karşılıklılığa verdikleri önem de daha düşüktü, geri gönderdikleri para % 22–29 daha azdı. Animal Behaviour'ın Aralık 2009 sayısında yayımlanan araştırmaya göre doğum sıralaması, yaş, cinsiyet, gelir düzeyi, dini inanç ve işbirliği davranışını etkileyebilecek başka olası değişkenlerden daha güçlü bir etmendi.

Peki ilk doğanlar neden işbirliğine daha az yatkın? Araştırmacılar aile içi sosyal işleyişin bir açıklama olabileceğini söylüyor. Yeni kardeşler doğduğunda ebeveynlerin ilgisini üstlerine çekiyor, buna karşılık ilk doğanlar kendilerini rekabet etmek zorunda hissediyorlar ve işbirliği yapmak istemiyorlar. Kardeşsiz çocukların davranışı da bu açıklamaya uygun düşüyor: Onlar da ortanca ya da son çocuk gibi davranıyorlar. Courtiol'e göre bu, işbirliği davranışını etkileyen şeyin ilk çocuk olmak olmadığını, bir kardeş geldiğinde çocuğun davranışının değiştiğini düşündürüyor. Ancak Courtiol, incelenen diğer etmenlerden daha büyük bir etkiye sahip olsa da doğum sırasının deneklerin oyun davranışlarındaki çeşitliliğin sadece % 10'unu açıkladığına dikkat çekiyor.

http://sciencenow.sciencemag.org/cgi/content/full/2009/1204/1?rss=1



Jupiterimages



Şehirdeki Çocuklara Hava Kirliliği Tehdidi

İlay Çelik

Şehir içinde yaşayan çocukların ısıtma amaçlı atık yağ yakımı sonucu salınan metallere ve dizel motorların salımlarından kaynaklanan parçacıklara maruz kalmasının, solunum rahatsızlıklarıyla ilişkili olduğu gösterildi. Columbia Üniversitesi Mailman Halk Sağlığı Okulu'ndaki Columbia Çevresel Çocuk Sağlığı Merkezi'nde (CCCEH) yapılan araştırma, havadaki metallerin bu çok küçük yaş grubu üzerindeki etkilerine yönelik ilk çalışma. Araştırmanın halk sağlığı uygulamalarıyla ilgili önemli sonuçları olabilir.

American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine'da geçtiğimiz ay yayımlanan çalışma ayrı ayrı hava kirliliği etmenlerinin çocuk sağlığı üzerindeki etkilerinin anlaşılmasına da katkı sağlıyor.

Araştırmada havadaki kirleticilerin düzeyleri ile Kuzey Manhattan'da ve Güney Bronx'ta yaşayan 0–2 yaş arası çocuklardaki solunum rahatsızlıkları karşılaştırıldı. Havadaki nikel ve vanadyum metalleri küçük çocuklarda hırıltıya sebep olabilecek risk faktörleri olarak


Jupiterimages

belirlendi. Atık yağların ısıtma amacıyla yakılması, nikel ve vanadyumun New York City'deki başlıca kaynağı. Dizel egzost salımının bir göstergesi olan element halindeki karbon da, sadece soğuk algınlığı ve nezle mevsiminde, öksürme sıklığında artışla ilişkilendirildi.

CCCEH araştırmacısı ve makalenin başyazarı Dr. Molini M. Patel bulguların, ısıtma amaçlı yağ yakımı ve trafikten kaynaklanan kirleticilerin çok küçük çocuklarda solunum sistemine ayrı ayrı yaptıkları etkilerin anlaşılmasına katkı sağladığını belirtiyor. Patel sonuçların önemli olduğunu çünkü hem nikel metalinin hem de astım hastalığının görülme sıklığının araştırma bölgesi olan Kuzey Manhattan'da ve Güney Brox'ta, New York City'deki ve ABD'deki en yüksek düzeyde olduğunu söylüyor.

Araştırma 1998'de CCCEH tarafından başlatılan, hamile kadınların ve çocukların iç ve dış ortamlardaki hava kirleticilerine, alerjenlere ve kimyasallara maruz kalmasının, sağlıkları üzerindeki etkilerini araştıran daha büyük bir projenin parçası.

CCCEH'in önceki araştırmaları çoklu çevre kirleticilerine maruz kalmanın çocuklarda astım belirtilerinde artışla ilişkili olabileceğini ortaya koymuştu. Araştırmacılar şehirleşmiş bölgelerdeki küçük çocukları korumak için tek tek kirleticilere yönelik düzenleme girişimlerinin gerektiğini belirtiyor.

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2009-11/cums-etm112309.php


Jupiterimages

Plazma Işınlarıyla Diş Temizliği

Özden Hanoğlu

Dişlerin çürümesine neden olan bakterileri plazma ışınlarıyla ağrısız ve daha verimli bir şekilde yok edecek tedavi yöntemleri geliyor. Yapılan bir araştırmada, dentin tabakasına (dişin mine tabakasının altında yer alan tabaka) düşük sıcaklıkta plazma ışınları göndererek bakteri miktarlarını on binde birine kadar indirilebildiği açıklandı. Bu diş çürüklerinin tedavisi normalde dişçi matkabıyla yapılıyor. Maddenin dördüncü hali (diğer üçü: katı, sıvı ve gaz) olan plazma, iyonize olmuş gazdır.

Plazma ışınlarını yaygın ağız patojenlerine (Streptococcus mutans ve Lactobacillus casei) karşı deneyen araştırmacılar, bu bakterilerin diş minesinin üzerinde bir film tabakası oluşturup mineyi aşındırarak dentin tabakasına ulaştıklarını ve çürüklere yol açtıklarını belirtiyor. Araştırmayı gerçekleştirmek için insan azı dişlerinden elde ettikleri dentin tabakaları dört tür bakteriyle hastalandırılmış. Bu bakterilerin oluşturduğu, tedavi edilmediğinde acı çekilmesine, dişin kaybına ve ciddi diş eti rahatsızlıklarına neden olan çürüklere, 6, 12 ve 18 saniyelik sürelerle plazma ışını yollayan araştırmacılar süre uzadıkça yok edilen bakteri miktarının arttığını söylüyor. Maddenin dördüncü hali olan plazmaların kullanımı teknik ve tıp alanlarında giderek yaygınlaşıyor. Örneğin, ameliyat malzemelerinin arındırılmasında sıcak plazmalar kullanılıyor. 40ºC dolaylarında çalışan soğuk plazmaların dişçilikte kullanılmaya elverişli olduğuna değinen araştırmacılar, düşük sıcaklık sayesinde mikropları öldürürken sinir sistemi ve kan dolaşım sistemine bağlı olduğundan sıcaklığa karşı hassas olan dişleri koruyabildiklerini anlatıyorlar. Matkapla temizlemeye göre daha acısız ve verimli olan plazma ışınlarıyla temizleme yönteminin 3-5 yıl içerisinde kullanılmaya başlayabileceği söyleniyor.

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2010-01/sfgm-ppj011510.php

'Islak' Bilgisayar

Özden Hanoğlu

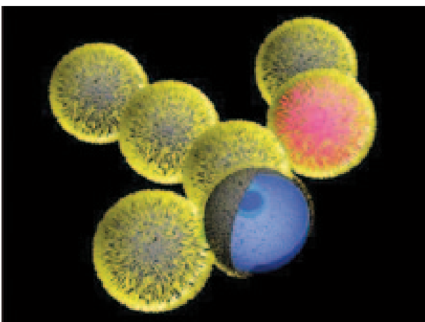
Canlılardaki sistemleri örnek alan iki araştırmacı 'ıslak' bilgi işleme teknolojisi geliştiriyor. İngiltere'nin Southampton Üniversitesi'nde görevli araştırmacıların gerçekleştirdiği bu projede beynin çalışma şekli örnek alınıyor.

Geliştirilmekte olan bu sistemde, tüplerin içerisindeki kimyasallar 'kuru' bilgisayar yongalarındaki transistörlerin yerini alıyor. Araştırmacılar üzerinde çalıştıkları şeyin şimdilik çok basit, kaba ve ancak en düşük gereksinimleri karşılayacak şekilde olduğunu, sonuçta ortaya çıkacak olan 'ıslak' bilgisayarınsa beynimize benzeyeceğini belirtiyorlar. Bilgisayar yongalarında kullanılan silikonun bilgi işleme konusunda sınırları olduğunu söyleyen araştırmacılar, yeni yaklaşımların denenmesi gerektiğini ve kendilerinin de bunu yaptıklarını vurguluyorlar.

Araştırmanın üç yıl süreceği ve birbirini tamamlayan üç hedef gözetilerek gerçekleştirileceği belirtiliyor. İlk hedef, canlı hücrelere benzer şekilde lipitle kaplanmış su damlaları oluşturmak. Bu damlalar uyarılabilir kimyasal bir ortama sahip olacak. Bir ağ oluşturacak şekilde birleştirilen damlalar, kimyasal sinyaller aracılığıyla iletişim kuracak. Bu damlalar üzerine kurulacak olan bilgi işleme yapısıyla, ıslak yapının bilgi işleme gücünü göstermekse ikinci hedef. Son hedef ise damlalarla oluşturulmuş yapısını incelemek ve olası kısıtlamalarını araştırmak.

'Islak' sistemlerin, beyindeki sinir sistemi yollarının anahtar özelliklerini taklit edeceğini açıklayan araştırmacılar bu sistemin sonuçta uyarılabilir, kendini yenileyebilen ve kolayca kurulabilen bir sistem olacağını ekliyorlar.

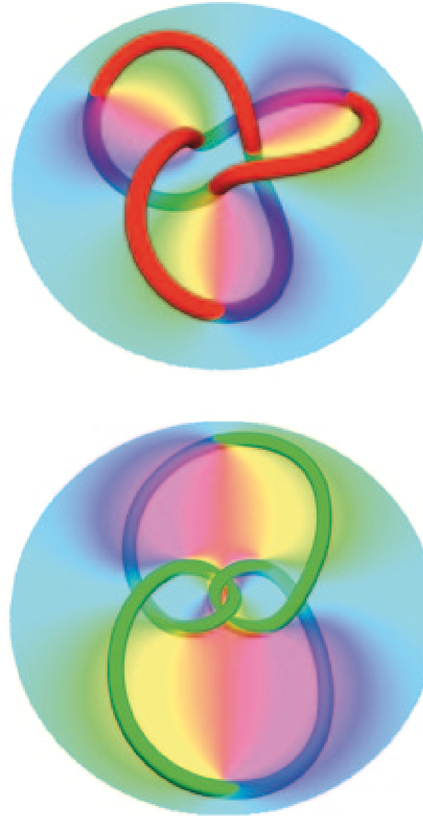
http://www.sciencedaily.com/releases/2010/01/100112090032.htm


Southampton Üniversitesi

Işıkla Düğüm Atmak

Burak Kale

Bristol, Glasgow, Southampton üniversitelerinden fizikçilerden oluşan bir ekip ışıkla düğüm atmayı başardılar. Bu araştırmada ışığın nasıl kontrol edildiğinin anlaşılması birçok alanda önemli uygulamaları olan lazer teknolojisi için önem taşıyor.



Bir ışık demetindeki ışığın hareketi ile nehirde akan suyun hareketi arasında önemli benzerlikler olduğunun altını çizen Bristol Üniversitesi'nden Dr. Mark Dennis, sözlerini şöyle sürdürüyor: "Işık çoğunlukla lazerden veya meşale ateşinden çıkan ışık gibi düz bir çizgi üzerinde ilerlese de, aslında, optik girdap denen çizgiler oluşturarak daireler ve girdaplar çizerek de ilerler."

Dennis, bu optik girdaplar boyunca ışığın yoğunluğunun sıfır (karanlık) olduğunu ve her ne kadar biz göremesek de etrafımızdaki tüm ışıkların bu karanlık çizgilerle dolu olduğunu belirtiyor.

Optik girdaplar, ışığın akışını yöneten hologramlarla oluşturulabilir. Bu araştırmada ekip, hologramları matematiksel düğüm teorisini kullanarak tasarladılar. Düğüm teorisi ayakkabı bağcığı ve halatta kullanılan düğümlerden esinlenerek geliştirilmiş bir soyut matematik dalı. Ekip, bu özel tasarlanmış hologramları kullanarak optik girdapların içinde düğümler oluşturdu.

Deneylere liderlik eden Glasgow Üniversitesinden Prof. Miles Padgett, düğümlenmiş ışığın deneysel gösterimi için geliştirdikleri karmaşık hologram tasarımının, ileri optik kontrolün, gelecekteki lazer cihazlarında kullanılabileceğini gösterdiğini söyledi.

2000 yılında Bristol Üniversitesi'nde optik girdaplar konusunda Prof. Sir Michael Berry'yle birlikte çalışmaya başlayan Dennis, düğümlenmiş girdapların çalışılmasını 1867 yılında Lord Kelvin'in atomları açıklamak için yaptığı araştırmalarla başlattığını ve yaptıkları işin tarihte yeni bir sayfa açtığını sözlerine ekledi.

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2010-01/uob-tli011510.php

Dünya, Karbondioksite Sanılandan Daha Duyarlı

Büşra Kamiloğlu

Nature Geoscience'ta yayınlanan yeni bir çalışma, atmosferik karbondioksidin uzun vadedeki sonuçlarının daha önce tahmin edilen değerlerden farklı olduğunu; Dünya sıcaklığının, atmosferik karbondiokside sanılandan % 30-50 daha duyarlı olabileceğini gösteriyor.

Araştırmanın sonucuna göre iklim sistemimizin bileşenleri, Dünya'nın sıcaklık duyarlılığı üzerinde önemli bir etkiye sahip. Bu bileşenler kara, buzul, bitki örtüsü gibi uzun periyotlarda değişim gösteriyor. Bu yüzden mevcut iklim modellerinde genellikle ihmal ediliyor.

Bristol Üniversitesi'nden Dan Lunt ve ekibi, okyanus tabanında bulunan 3 milyon yaşındaki tortulardan elde ettikleri verilerle, sıcaklık değişimlerini saptayıp; bu verileri, küresel iklim modelinin sonuçlarıyla karşılaştırdılar. Sonuçta, modelin öngördüğü sıcaklık artışının, olması gerekenden oldukça küçük olduğunu tespit ettiler. Bu da onları modeldeki eksiği bulmaya yönlendirdi.

Yapılan son çalışmalar modeldeki eksiğin uzun vadede değişim gösteren iklim bileşenlerinin (kara, buzul, bitki örtüsü gibi) modele dahil edilmemesi olduğunu ortaya çıkardı. Çünkü bitki örtüsü ve buzullardaki değişimler daha çok güneş ışığının emilmesine ve dolayısıyla sıcaklık artışına neden oluyor.

Bu faktörlerin modele dahil edilmesi, Dünya'nın karbondioksite tepki olarak sıcaklığını artırdığını gösteriyor. Buradan da gezegenimizin karbondioksite daha duyarlı olduğu sonucuna varılıyor. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Heyeti (Intergovernmental Panel on Climate Change) gibi organlar tarafından kullanılan iklim modelleri de genellikle bu fakörleri içermiyor. Dolayısıyla bu modeller de Dünya'nın karbonkdioksit duyarlılığını tam olarak yansıtmıyor.

Leed Üniversitesi'ndeki çalışmanın yürütücüsü olan Alan Haywood, tehlikeli iklim değişikliklerinden kurtulmak için, atmosferik sera gazı konsantrasyonunun uzun vadede dengede tutulması gerektiğini söylüyor. Bunun için de gezegenimizin karbondioksite olan duyarlılığının göz önünde bulundurulması gerektiğini vurguluyor.

Lunt'a göre, yaptıkları çalışma, geçmişteki iklim değişimlerinin incelenmesiyle, geleceğe dair önemli veriler elde edilebileceğinin bir göstergesi.

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2009-12/uob-ems120309.php


Jupiterimages

Erkek Bireyleri Olmayan Karınca Kolonileri

Özden Hanoğlu

Yaban arısı, karınca ve bal arısı kolonileri, yumurtlayan ve onları yöneten bir kraliçenin yönetimi altında işleri yürüten sürüyle, kısır kız kardeşten oluşur ve günlük yaşamlarını erkek bireyler olmadan geçirirler. Kolonilerdeki erkek bireylerin sayısı yalnızca çoğalmaya yetecek kadardır. Bireylerin cinsiyetleri haplodiploid sistemle belirlenir: Bireyin cinsiyeti kromozom sayısına bağlıdır. Kraliçenin bıraktığı yumurtalar erkek tarafından döllenirse içlerinden dişi, döllenmezse içlerinden erkek birey çıkar. Erkeklerin kromozom sayısı dişilerinkinin yarısıdır.



Wikimedia

Güney Amerika'daki bir karınca türüyse (*Mycocepurus smithii*) erkek bireylerden tamamen vazgeçmiş görünüyor. Amerikalı ve Brezilyalı araştırmacıların yaptıkları açıklamalara göre türün kraliçesi döllenme gerçekleşmeden yumurtluyor ve kolonilerinde erkek bireylere de rastlanmıyor. Araştırmacılar aseksüel hayvanların nadir görülmesinin nedenini türlerde genlerin rekombinasyon yoluyla karıştırılmamasına bağlıyorlar. Genlerini karıştırmayan türlerde zararlı mutasyonların zamanla birikerek türün yok olmasına neden olduğunu belirten araştırmacılar, evrimsel süreçte aseksüel türlere pek rastlanmamasının nedeninin bu olduğunu da belirtiyorlar.

Ayrıca bu çalışmayla, 1960'lı yıllarda *M. Smithii* erkek bireyleri olarak tanımlanan bu karınca türünün aslında yakın akrabaları olan başka bir türe (*Mycocepurus obsoletus*) ait olduğu da keşfedilmiş. M. Smithii kraliçelerinin laboratuvarda erkek bireyler olmaksızın ürediğini gözlemleyen bilim insanları üremekte olan kraliçelerin vücutlarını inceleyerek sperm depoladıkları organlarının da boş olduğunu not etmişler.

Bilim insanları *M. Smithii*'nin bu yöndeki ilk evrimini bir-iki milyon yıl önce geçirdiğini düşünüyorlar, üyesi oldukları mantar çiftçisi karıncaların 50 milyon yıl önce ortaya çıktıkları düşünülürse genç bir tür olduğunun altını çiziyorlar. Genetik işaretleyiciler ve sistematik çalışmaları yardımıyla mantar çiftçisi karınca türlerini incelemeyi planlayan araştırmacılar, aseksüel türün ortaya çıkış tarihini ve üreme şeklindeki genetik mekanizmayı daha kesin olarak belirlemeyi hedefliyor.

http://www.sciencedaily.com/releases/2009/08/090825203339.htm

İrade(sizlik) Bulaşıcıdır!

Gizem Karlılar

O kurabiyeyi yemediniz diye kendinizi tebrik etmeden ya da yediniz diye kendinize kızmadan önce çevrenize bakın. Georgia Üniversitesi'nde yapılan yeni bir çalışma iradenin -ya da iradesizliğin- bulaşıcı olduğunu gösteriyor.

Daha çok yeni yayımlanan, yüzlerce gönüllüyü kapsayan bir çalışmada araştırmacılar iradeli birini izlemenin hatta onu düşünmenin bile diğerlerinin irade göstermesini daha olası kıldığını buldu. Araştırmacılar bunun tersinin de doğru olduğunu gözlemledi, yani iradesiz kişiler diğerlerini de olumsuz yönde etkiliyor. Bu etki o kadar güçlü ki, iradeli veya iradesiz bir kişinin ismini ekranda sadece 10 milisaniye kadar izlemek bile gönüllülerin davranışlarını değiştirmiş.

"Bu çalışmadan çıkarılacak sonuç, olumlu sosyal etkileri seçmenin iradeyi geliştirmeye yardımcı olabileceği" diyor, Georgia Üniversitesi Psikoloji Bölümü'nde konuk doçent ve makalenin baş yazarı Michelle vanDellen. "İrade göstererek çevrenizdeki diğer kişilerin de aynısını yapmasına yardım ediyorsunuz."

İnsanlar çevrelerindekilerin davranışlarını taklit etmeye eğilimli; sigara ve ilaç kullanımı, obezite gibi özellikler de toplumsal ağlar aracılığıyla yayılma eğiliminde. Ancak vanDellen'ın çalışmasının iradenin davranışlar aracılığıyla bulaştığını gösteren ilk çalışma olduğu düşünülüyor. Yani, örneğin düzenli olarak spor yaparak irade gösteren bir kişiyi düşünmek mali ve mesleki hedeflerinize veya sizin açınızdan irade gerektiren herhangi bir şeye bağlı kalmanızı daha olası hale getiriyor.

VanDellen'ın bulguları, yayımlanan çalışmanın ortak yazarı, Duke Üniversitesi'nden Rick Hoyle'la birlikte iki yıl boyunca yürüttükleri beş ayrı çalışmanın sonuçlarından oluşuyor.

İlk çalışmada araştırmacılar rastgele 36 gönüllüden ya iradeli ya da iradesiz bir arkadaşlarını düşünmelerini istedi. İradeli arkadaşlarını düşünenler, kendi kendini kontrol becerisinin ölçüldüğü deneylerde sıkça kullanılan, bir şeyi sıkıca kavrama görevini daha uzun bir süre sürdürdü, ancak iradesiz bir arkadaşlarını düşünmeleri istenen deneklerde durum bunun tam tersiydi.

İkinci çalışmada 71 gönüllüden kimisi biraz ötede duran bir tabaktan kurabiye almak yerine önlerinde duran bir tabaktan havuç alarak iradelerini kontrol edenleri, kimi gönüllüler de havuç yerine kurabiye yiyenleri izledi. Gönüllülerin bu kişilerle onları izlemekten başka hiç bir etkileşimi yoktu, ama daha sonra yapılan bir irade kontrolü deneyindeki performansları, kimi izlemelerinin istendiğine bağlı olarak farklılaştı.

Üçüncü çalışmada 42 gönüllüden iradeli ve iradesiz arkadaşlarının birer listesini yapmaları istendi. Daha sonraki bir aşamada, denekler bilgisayarda iradelerini ölçmek için hazırlanmış bir testi yaparken, bilgisayar ekranında o isimler yalnızca 10 milisaniye süreyle gösterildi; bu süre isimlerin okunamayacağı kadar kısa ama isimleri akla getirmeye yetecek bir süreydi. Ekranda iradeli arkadaşlarının isimleri gösterilenler testte daha başarılı olurken, iradesiz arkadaşlarının isimleri gösterilenler daha başarısız oldu.

Dördüncü çalışmada vanDellen rastgele 112 kişiden iradeli, iradesiz ve -kontrol grubu olarak da- kısmen dışa dönük karakterli arkadaşları hakkında kısa yazılar yazmalarını istemiş. Daha sonra yapılan bir irade kontrolü testinde iradeli arkadaşları hakkında yazanlar en iyi sonucu alırken, iradesiz arkadaşları hakkında yazanlar en kötü sonucu almış. Dışa dönük karakterli arkadaşları hakkında yazan kontrol grubu ise bu iki grup arasında bir sonuç almış.

117 gönüllüyü içeren beşinci çalışmada araştırmacılar, iradeli arkadaşları hakkında yazmaları istenen kişilerin, iradeyle ilişkili örneğin "başarı", "disiplin" ve "çaba" gibi sözcükleri seçmekte diğer gruplardaki deneklerden daha hızlı olduğunu buldu. VanDellen iradeli ya da iradesiz insanlara maruz kalmanın, kendi kendini kontrol etmekle ilgili düşüncelere ulaşılabilirliğini etkilediğini, bu bulgunun da iradenin bulaşıcı olduğunu düşündürdüğünü söylüyor.

VanDellen "etkinin büyüklüğünün bir partide fazladan kurabiye yemek ya da yememek, yorucu bir iş gününün ardından spor salonuna gitmek ya da gitmemek arasındaki fark kadar anlamlı olabileceğini" söylüyor. "Bu etki insanları kendi eylemlerinin sorumluluğundan kurtaracak kadar da güçlü değil, ancak baştan çıkmaya karşı ya da o yönde bir dürtme gibi görev yapıyor. Kendi başarısızlıklarımız için başkalarını suçlamanın mazereti olamaz tabii. Evet, bir şey beni dürtüyor ama yanımdaki arkadaşım da eline bir kurabiye alıp bana zorla yedirmiyor; son karar bana ait."

http://www.eurekalert.org/pub_releases/2010-01/uog-sic011310.php



Jupiterimages

Genç Kalmanın Sırrı

Gizem Karlılar

Gökada kümeleri, gökadalar boyunca serpilmiş, bir arada bulunan binlerce hatta milyonlarca yıldızdan oluşan kümelerdir. Tüm bu yıldız kümelerinin merkezlerinde kümenin diğer yıldızlarına göre çok daha genç, mavi renkli genç yıldız toplulukları bulunur. Gökbilimciler yaşlanmayı reddeden bu yıldızların sırrını çözdüklerini düşünüyor.

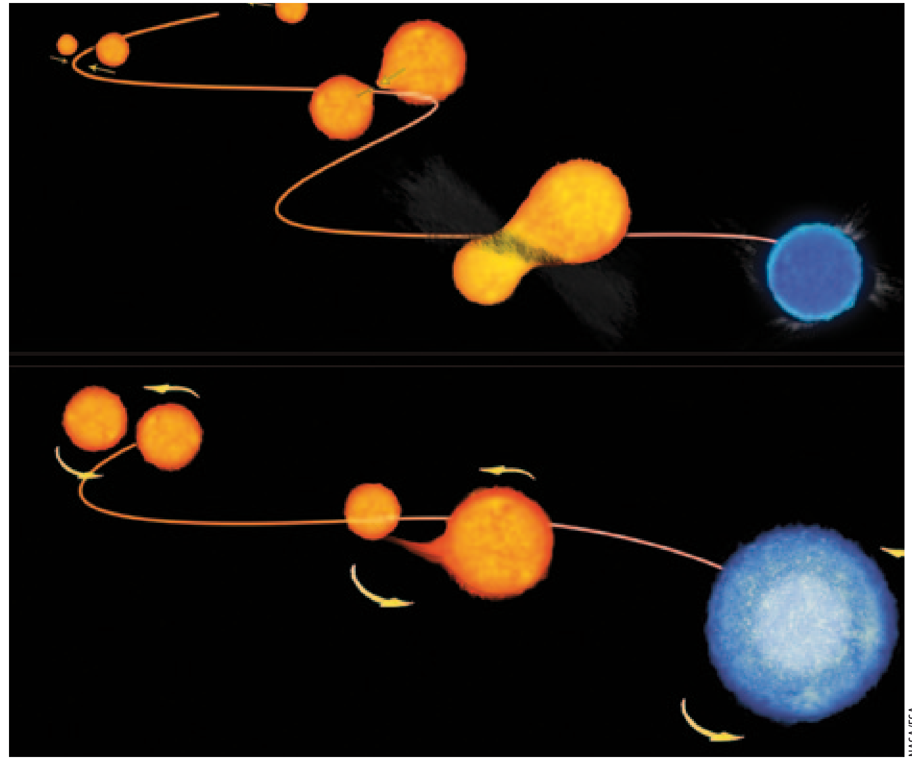
Düşük kütleli yıldızların çoğu, ortalama 10 milyar yıllık ömürlerinin sonuna yaklaşırken önce kırmızı devlere daha sonra beyaz cücelere dönüşür. Yıldızlar ömürlerinin sonlarına doğru daha donuk ve soğuk bir hal alır. Ancak mavi yıldızlar farklı bir yol izliyor gibi görünüyor. İlerlemiş yaşlarına -muhtemelen 13 milyar yıl- karşın genç yıldızlar gibi ışıldıyorlar. Gökbilimciler bu yıldızların gençlik dolu görünümlerini, komşularını sömürmelerine borçlu olduklarını düşünüyor. Bu yıldızlar, yakınlarındaki yıldızların hidrojenini "kütle transferi" adı verilen bir işlemle emiyor, hatta onları tümüyle yutuyor olabilirler.

Gökbilimciler bu iki olay için de kanıt sunmuşlar. Araştırmacı gruplarından biri Cepheus Takımyıldızı'nda bulunan ve yaklaşık 5000 ışık yılı uzaklıktaki NGC 188'deki mavi yıldızları görüntülemiş. Diğer grup da Oğlak Takımyıldızı'nda, yaklaşık 26.000 ışık yılı uzaklıktaki Messier 30'u incelemiş.

İtalyan gökbilimciler, Messier 30'daki mavi yıldızların genç görünümlerine karşın büyük olasılıkla oldukça yaşlı olduklarını onayladı. Bunu yaparken, binlerce kırmızı dev ve beyaz cüce arasındaki 44 mavi yıldızdan Hubble Uzay Teleskobu'yla alınan sıcaklık ve parlaklık verilerinden yararlandılar. Veriler bu mavi yıldızların genç yıldızlardan beklendiği gibi parlak ve sıcak olduğunu ortaya çıkardı. Oysa, bu yıldızların da aynı anda ve aynı yerde oluşmuş olan kümedeki diğer yıldızlar gibi yaşlı olması beklenirdi.

Yaklaşık 15 yıl boyunca NGC 188 adı verilen yıldız kümesindeki yıldızların hareketlerini inceleyen ABD'deki Wisconsin Üniversitesi'nden araştırmacılar, yıldız kümesindeki mavi yıldızların yaklaşık


NASA/ESA


NASA/ESA

% 75'inin Jüpiter-Güneş arası uzaklıkta yörüngelere oturmuş eşlerinin olduğunu bulmuş. Bileşenleri birbirine bu kadar yakın sistemlerde kütle transferi, çarpışma ve birleşme gibi olayların gerçekleşmesi kuvvetle muhtemel.

Bu araştırmalar, mavi yıldızların çarpışma ya da kütle transferi ürünü olduğu düşüncesini doğruluyor. Ancak henüz yaşlı kümelerin içindeki mavi yıldızların nasıl oluştuğunu gösteren doğrudan bir kanıt yok. Bunun için 10-15 yıl sürebilecek daha fazla gözleme ihtiyaç var.

http://sciencenow.sciencemag.org/cgi/content/full/2009/1223/2?rss=1



Cep Telefonu ve Fare

Elif Acar

Cep telefonunun yaydığı elektromanyetik dalgaların tehlikesi yıllardır tartışılıyor. Fakat son yapılan deneyler elektromanyetik alana maruz kalan Alzheimer'lı bir farenin hafızasının geliştiğini ortaya çıkardı.

Alzheimer üzerine Güney Florida Üniversitesi'nde araştırmalar yapan sinirbilimci Gary Arendash, cep telefonuyla konuşan insanları seyrederken radyasyonun Alzheimer hastalarına negatif belirgin bir etkisi olup olmayacağını düşünmeye başladı. Bu fikri araştırmak için çalışma arkadaşlarıyla birlikte 2 aylık fareyi genetik olarak bir Alzheimer hastasına dönüştüren Arendash'ın deney sonunda ulaştığı bulgular etkileyiciydi.

Araştırmacılar öncelikle elektromanyetik dalgalar üreten bir anteni odanın ortasına, farenin kafesini de etrafına yerleştirdiler. Cep telefonuyla konuşan normal bir insanla aynı dozda radyasyona maruz bırakmak için tasarlanan deneyde, bir Alzheimer'lı bir de normal fare kullanıldı.

Arendash ve ekibi, insanların günlük hayatta telefon kullanımlarını taklit etmek için anteni günde iki kez, 1 saat boyunca açık tuttular ve deneyi bu şekilde 9 ay boyunca sürdürdüler. Deney süresince farenin hafızasını labirentler ile düzenli olarak test eden araştırmacılar, elektromanyetik alanda kalan hem normal, hem de Alzheimer'lı farenin hafızasında kayda değer bir iyileşme gözlemlediler.

Deney sonunda elektromanyetik dalganın Alzheimer'lı fare üzerinde benzersiz etkileri olduğu ortaya çıktı. Arendash ve takımı, farenin beyninde hastalığın karakteristik özelliği olan beta-amyloid proteinlerinden oluşan plakaları incelediler. Elektromanyetik alana maruz bırakılan ve genleriyle oynanan farenin beyninde, elektromanyetik alana maruz bırakılmayan fareye oranla daha az plakaya rastladılar. Daha etkileyici sonuç ise, diğerlerinden daha yaşlı ve genetik olarak değiştirilmiş farenin beynindeki plakaların parçalara ayrıldığını fark etmeleri oldu. Arendash, elektromanyetik alanın böyle bir etkiyi nasıl yapabildiğini henüz bilemediklerini ayrıca deneyin sonunda elektromanyetik alanın faydaları dışında zarar verici hiçbir etkiye de rastlamadıklarını belirttiler. Arendash, "Davranışlar üzerinde hiçbir etkiye, DNA üzerinde hiçbir zarara ve organlarda bozulma ya da tümöre rastlamadık.", dedi.

London College Üniversite'sinden sinirbilimci John Hardy böyle bir sonuca neyin sebep olduğunu bulmanın zorluklarını dile getirdi. Hardy'e göre bir karara varmadan önce deney ve sonuçlar mutlaka yinelenmeli. Arendash ise cep telefonunun Alzheimer hastalarına uzun süreli olumlu etkilerinden oldukça umutlu. Sebebini ise, "İnsanların telefonla konuşmak için hep aynı kulaklarını kullanma eğilimleri, beynin farklı bölgelerinde plaka oluşumuna sebep olabilir, daha önce kimsenin dikkat etmediği bir konu." diye açıklıyor.

Londra Alzheimer'lılar Derneği yöneticisi Susan Sorensen'e göre bu tür bir radyasyonun Alzheimer hastalığı üzerinde olumlu etkisi olduğunu söylemek için daha çok araştırmaya ihtiyaç var. Fakat Sorensen için de sonuçlar kesinlikle heyecan verici.

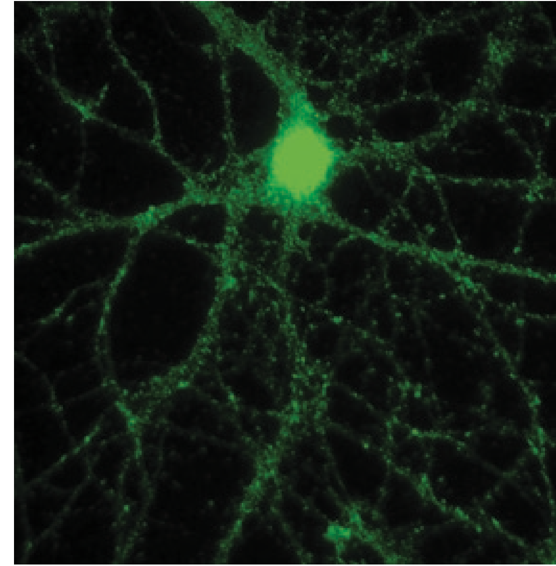
http://www.newscientist.com/article/dn18351-cellphone-radiation-is-good-for-alzheimers-mice.html

Beyni Susturmak

Elif Acar

Epilepsi hastalarının kontrolden çıkan nöron ateşlemelerini elektrikle denetlemek çok uzun zamandır kullanılan bir yöntem. MIT'de bu konuda yoğun bir şekilde çalışan bilim insanları, elektrik kullanmadan nöron etkinliğini susturabilmenin başka bir yolunu buldular.

MIT'de bu konuda çalışmalarını sürdüren Sentetik Sinirbilim Grubu'nun yöneticisi, sinirbilimci Edward Boyden ve takımı, nörona gönderildiğinde davranışını sarı-yeşil ışıkla kontrol edebildikleri bir proteini keşfettiler. Üstelik bu protein sayesinde, elektriksel olarak kontrolden çıkmış nöronlara anında müdahale edilebiliyor ve etkisi de oldukça hızlı oluyor.



Böyle bir seçici beyin sessizleştirme araştırması, yalnızca hastaları iyileştirmek için değil, aynı zamanda normal bir beyindeki farklı tip nöronların ve izlediği yolların da keşfine dair önemli bir adım olarak kabul ediliyor.

MIT Media Lab'te the Benesse Kariyer Gelişimi profesörü ve aynı zamanda McGovern Beyin Araştırmaları Enstitüsü üyesi olan Boyden, "Beyin etkinliğini kontrol edebilen çok çeşitli moleküler araçlar bulmak istiyoruz. Böylece beynin görevleri üzerine çalışırken, yeni oluşacak tedavi araçları ve yöntemleri de kullanabiliriz." diyor.

Boyden, beyin aktivitelerini azaltmak için ışığın kullanılabileceğini ilk kez 2007 yılında kanıtladı. Fakat deneyler canlı hayvanlar değil, yalnızca hücreler üzeride yapılıyordu ve sessizleştirme de bu kadar belirgin değildi. Boyden yeni çalışmalarında, nöronları hızlı ve belirgin olarak engelleyebilen farklı bir protein kullanmayı denedi.

Bu proteinin en önemli farkı, ışıkla uyarıldıktan milisaniyeler sonra orijinal durumuna geri dönebiliyor olmasıydı.

Arch ismindeki bu yeni proteinin beyin susturma sürecini Boyden "İnanılmaz temiz ve sayısal" olarak nitelendiriyor. "Bir önceki çalışmalarımız, daha çok beynin sesini kısabildiğimiz bir düğme gibiydi", diye ekliyor.

Boyden ve çalışma arkadaşları, genetik ve optik tekniklerini bir araya getirerek nöron etkinliklerini kontrol edebilecek bir yöntem arayışındaydı ve bu stratejiyi de 'optogenetik' olarak tanımladılar. Öncelikle, canlı bir farenin beyin hücrelerini *Arch* proteini oluşturabilecek genetik bir yapıya dönüştürdüler. Proton pompası gibi çalışan bu protein, hücre zarını geçerek içerideki voltajı değiştirebiliyor. Işığa duyarlı olan bu proteinler, sarı-yeşil ışıkla etkinleştirildiğinde protonları hücre dışında pompalayarak hücre içindeki voltajı düşürebiliyor. Böylece nöron ateşlenmesi susturulabiliyor.

Bir önceki çalışmalarında ışığa hassas klorür pompası 'halorhodopsin' kullanan araştırmacılar, klorür iyonlarını hücre içine pompalayarak voltajı azaltmayı başardılar. Fakat çalışmalar yeterince tatmin edici olmamış ki, bakteriler, mantarlar ve bitkilerde daha etkili olabilecek bir protein arayışına başlandı. Çalışmaları süresince araştırmacılar daha etkili bir klorür pompasına rastlayamasalar da,

Ölü Deniz'de yaşayan ve bir arkeobakteri türü olan '*Halorubrum sodomense*' ile yeni *Arch* proton pompasını keşfettiler.

Boyden konuyla ilgili olarak, "Bu, doğadaki zenginliğin, genetik çeşitliliğin ve ekolojik farklılıkların bir sonucudur. Yeni araçların keşfi aynı zamanda bilim insanlarının beyin gibi karmaşık sistemler üzerine çalışmasına da olanak sağlar. Bizler, nöron devrelerini anlamak için vahşi doğadan izole edilmiş doğal araçlar kullanıyoruz." açıklamasını yaptı.

Yeni protein pompasındaki en önemli avantaj, tekrar tekrar kullanılabiliyor olması. Dakikalar değil, saniyeler içerisinde etkinleşebiliyorlar.

Salk Enstitüsü'nde nörobiyoloji profesörü olan Edward Callaway, belirli hücre tiplerinin farklı görevler sırasındaki rollerini çalışmak için sinirbilim açısından kritik bir adım atıldığını düşünüyor.

Görsel işlem devreleri üzerine çalışan Callaway, "Hücrenin eski haline dönmesi için çok uzun beklenildiğinde, farklı durumları hızlıca karşılaştırabilmek mümkün olmuyordu." diyor. Yeni kanallar, optogenetik çalışmaları yapmak adına çok daha pratik çözümler sunuyor.

Boyden'ın ekibi şu sıralar MIT'deki McGovern Enstitüsü Desimone Laboratuvarları'nda primatlar üzerinde deneyler yaparak, çalışmaların epilepsi hastaları, kronik ağrı ve travma sonrası stres bozukluğu yaşayanlar üzerinde kullanılabilirliğini araştırıyor.

Daha sonraki çalışmalarında araştırmacılar, nöron susturma araçlarını bilincin ve duyguların sinirsel devrelerini ortaya çıkarmak için kullanmayı planlıyor. Maymunlar üzerinde yaptıkları araştırmalar olumlu sonuç verirse, beyinle ilgili birçok sorun optik araçlarla çözümlenebilir olacak.

http://web.mit.edu/newsoffice/2010/brain-control-0107.html

Bakterilerle Elmanın İşbirliği

Dr. Özlem İkinci

Günde bir elma yemek doktoru evimizden niçin uzak tutar? Danimarka Üniversitesi'ndeki Ulusal Gıda Enstitüsü'nden mikrobiyologlar fareleri tamamı elma, elma püresi, elma sosu ya da elma suyundan zengin bir diyetle beslediler ve bir de kontrol diyeti uyguladılar. Ardından elma yemenin farelerin bağırsaklarındaki "dost" bakterilerin miktarını etkileyip etkilemediğini anlamak için sindirim sistemlerindeki mikrobik içeriği analiz ettiler.

Araştırmanın yürütücüsü Profesör Tine Rask Licht bazı bakterilerin sağlıklı sindirim için yarar sağladığını ve kanser riskini de etkileyebileceğini ancak birçok bakteri çeşidini laboratuarda kültür tekniğiyle çoğaltmada sorun yaşadıklarını belirtiyor. Bu nedenle araştırma ekibi bağırsak mikrobiyolojisini incelemek için kültür tekniği yerine genetiği kullanmış. 16S rRNA molekülü sadece bakterilerde bulunuyor ve her tür ya da suş için benzersiz. Licht ve ekibi farelerin bağırsaklarındaki bakterilerin 16S rRNA molekülünün sekansını, bilinen diğer bakterilerin 16S rRNA sekansları ile karşılaştırarak her gruptaki farelerde hangi mikroorganizmaların fazla olduğunu belirlediler.

Çalışmada çıkan sonuca göre elmada bulunan pektin açısından zengin diyetle beslenen farelerde, bağırsak sağlığını olumlu yönde etkileyen bazı bakterilerin sayısı artıyor. Eğer uzun süre düzenli elma yenirse, bu bakteriler, ideal pH koşullarını sağlayacak kısa zincirli yağ asitleri üretiyor. Bakteriler ayrıca bağırsak duvarındaki hücreler için enerji kaynağı olan bütirat adlı bir maddeyi de üretiyor.

Elmanın insan sindirim sisteminde de farelerde olduğu gibi bir etkisi olup olmadığını anlamak için yeni araştırmalar yapmak gerekiyor. Ancak bu bulgular elmanın sağlıklı bir diyetin gözde meyvesi olmayı hak ettiğini gösteriyor.

http://www.sciencedaily.com/releases/2010/01/100119213138.htm



Jupiterimages

Osman Topaç

GPS Her Yerde

Size gönderilen bir paketin nerede olduğunu, paketi taşıyan kargo şirketinin web sayfasına gerekli bilgileri girerek öğrenebiliyorsunuz. Hatta, bazı kargo şirketleri taşıyıcı araçta bulunan GPS teknolojisi sayesinde harita üzerinden kargonuzun konumunu size gösterebiliyor. Size ulaşana kadar kargonuzun başına gelenleri ise kutunun üzerindeki darbe izlerinden olduğu kadar Senseaware ismi verilen bu küçük cihaz sayesinde öğrenebileceksiniz. Ayrıca kargonuzun yerini canlı olarak internetten takip edebileceksiniz. Bu cihazda bulunan algılayıcılar sayesinde kargonuzun o andaki sıcaklığını, kutusunun açılıp açılmadığını, ışığa maruz kalıp kalmadığını, haritadaki tam yerini ve her hangi bir yüzeye hangi hızla iniş yaptığını (yani düşüp düşmediğini) öğrenmeniz mümkün. Özellikle organ nakli gibi dakik zamanlama ve sağlam kargo taşımacılığının hayati önem taşıdığı uygulamalarda kullanılabilecek bir teknoloji.

http://www.fastcompany.com/blog/cliff-kuang/design-innovation/fedex-unveils-new-package



Helikopterler İçin Hava Yastığı

Araçlarda kullanılan hava yastıkları, sürücüyü ve yolcuları kaza anında darbelere karşı korumak üzere tasarlanmış ve yaygın olarak kullanılan bir teknoloji ürünüdür. NASA tarafından geliştirilen bal peteği biçimindeki süngerimsi helikopter hava yastıkları ise bütün koşullarda yere sert çarpmaları engellemek üzere tasarlanmış. İçine 4 adet deney mankeni yerleştirilmiş bir MD-500 ile yapılan ön denemelerin sonuçları ümit verici. Araştırmacılar, başarılı bir şekilde hayata geçirildiği taktirde bu teknolojinin pek çok hayat kurtaracağını düşünüyor.

http://www.tinyurl.com/ty-helibag



Soğuk Hava Tesisatlı "Deve-Klinikler"



Kenya ve Etiyopya gibi çöl ikliminin hakim olduğu ülkelerdeki küçük yerleşim birimlerine temel sağlık ihtiyaçlarının , örneğin ilaçların ve aşıların ulaştırılması için, Güneş enerjisi ile çalışan küçük buzdolapları monte edilmiş "deve-klinikler" kullanılacak. Soğuk hava kutularının deneme çalışmaları Bronx Hayvanat Bahçesi'ndeki develer üzerinde yapılmış. Pilot çalışma ise Kenya'nın Laikia ve Samburu bölgelerinde yürütülüyor. Bu bölgelerde 500 bin kişi yeterli sağlık hizmetine ulaşamıyor. Bu rakam soğuk hava tesisatlı "deve-kliniklerin" önemini anlatmak için yeterli.

http://tinyurl.com/ty-camel

Uzaktan Kumandalı Polis Köpekleri

Basın yayın organlarında polis köpeklerinin başarılarından sık sık bahsediliyor. Ülkemizde daha çok uyuşturucu kaçakçıları ile mücadeledeki başarıları ile bilinen polis köpekleri, arama kurtarma faaliyetlerinde de en sık başvurulan yardımcılar arasında. Normal şartlarda, arama kurtarma çalışmasında veya uyuşturucu tespitinde kullanılan bir polis köpeğinin bakıcısının da köpekle birlikte hareket etmesi veya köpeğin çok yakınında bulunması gerekiyor. Kanada merkezli K9 Storm tarafından geliştirilen, polis köpekleri için tasarlanmış kurşun geçirmez yelekler, maliyetleri 50 bin dolara kadar çıkabilen polis köpeklerinin daha güvende olmasını amaçlıyor. Bu kurşun geçirmez yelek başka işlere de yarıyor: Kablosuz video ve ses iletişimi. Kablosuz video vericisi kullanılarak köpeğin bakış açısındaki görüntüler bakıcının ekranında görüntüleniyor. Yeleğin üzerindeki ses alıcısı ve hoparlörler kullanılarak da köpeğe komut iletilebiliyor. Böyle bir yelek sayesinde hem köpek kurşunlardan korunmuş oluyor, hem de bakıcı tehlikeli bölgelere girmeden görevini yerine getirebiliyor.

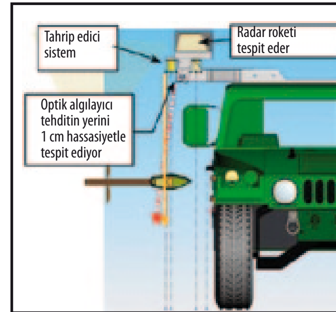
http://tinyurl.com/ty-k9jacket



"Demir Perde" Kalkanlar

Amerikan savunma sanayisi ar-ge kuruluşu DARPA tarafından geliştirilen "demir perde" savunma sistemi, zırhlı araçları taşınabilir silahlarla (örneğin roketatarlarla) yapılan saldırılara karşı korumak üzere planlanmış. Radar, lazer algılayıcı ve roket tahrip ediciden oluşan sistemin ilk denemeleri, verdiğimiz linkteki videoda da görüleceği gibi, başarılı sonuçlar vermiş. Peki sistem nasıl çalışıyor? Öncelikle aracın tepe kısmına monte edilen radar, araca doğru yönlenmiş roketlerin varlığını tespit ediyor. Tespit edilen roketin hareketi radar tarafından takip edilip izlediği yol sisteme bildiriliyor. Lazer algılayıcı, roketin araca çarpma bölgesinde lazerden bir perde oluşturuyor ve roket araca çarpmadan 8-10 cm önce roket imha sistemi harekete geçiyor ve roket araca çarpmadan yok ediliyor. Roketin araca çarpma noktasının lazer tarafından belirlenip roketin yok edilmesi saniyenin onda biri kadar bir sürede gerçekleşiyor.

http://tinyurl.com/ty-rocket



Darbe Kaydeden Kumaş

Massachusetts Teknoloji Enstitüsü doktora öğrencileri fiziksel darbeleri kaydedebilen algılayıcıları olan bir kumaş üzerinde çalışıyor. Böyle bir kumaştan yapılan giyecekler sayesinde fiziksel şiddetin kaydedilerek mahkemede delil olarak kullanılabilmesi amaçlanıyor. Çalışmanın diğer bir amacı bireyi fiziksel şiddete karşı koruyacak teknolojilerin de böyle kumaşların üzerine yerleştirilebilmesi. Belki de yakında saldırgana elektrik şoku veren giyim eşyalarını raflarda görebileceğiz.

http://tinyurl.com/ty-sensorclothing



Aynı Oyunları Oynamaktan Sıkıldıysanız Kendi Oyununuzu Tasarlayın

Bilgisayar oyunları oynamaktan hoşlanan, keşke kendi oyunumu da tasarlayabilseydim diyenler için Microsoft'tan güzel bir haber geldi. Microsoft Research tarafından Xbox 360 konsolu için geliştirilen ve basit arayüzüyle sadece oyun geliştirmek için üretilmiş görsel bir programlama dili olan Kodu'nun Windows işletim sistemleri için uyarlanmış beta sürümü yayınlandı. Tamamen simgelere dayalı bir programlama arayüzü sunan Kodu'da programın parçaları sayfalarla birbirinden ayrılıyor ve her sayfaya özel kural seti tanımlanabiliyor. Diğer bir deyişle, her sayfada gerçekleşecek olan senaryoyu ve etkileşimi ayrıca belirleyebiliyorsunuz. Kodu ile elde edilen sonuçlar detaylı bir oyunla kıyaslanamasa da, aklınızda yer alan fikrin hikâye akışını ortaya koyabilmek için ideal bir platform sunuyor. Geçtiğimiz yıl duyurulduğundan beri yaklaşık 200 bin kişi tarafından indirilen Kodu, dünya genelinde 60'a yakın eğitim enstitüsü tarafından da kullanılıyor. Platformun Windows platformuna taşınmasının, bu enstitüleri temel programcılık ve oyun geliştirme mantığı üzerine eğitim vermek için konsol ve oyun kolu satın alma zahmetinden de kurtaracağı belirtiliyor. Kodu'nun beta sürümünü indirebilmek için Windows Live ID (örneğin MSN Messenger veya Hotmail) kullanıcısı olmanız ve 14 soruluk bir formu doldurmanız gerekiyor. Detaylı bilgi ve form için http://research.microsoft.com/en-us/projects/kodu/ adresini ziyaret edebilirsiniz.



Kodu'nun sunduğu, sadece simgelerden oluşan basit programlama arayüzü kendi oyununuzu hazırlamanıza izin veriyor.

Bu arada yeri gelmişken, benzer bir yaklaşımı kendi iPhone uygulamanızı geliştirmek için kullanmak isterseniz http://www.appomator.com adresini de takibe almanızı öneririm. Şubat ayının başında hizmete gireceği söylenen bu servis, sadece simge ve fonksiyonları sürükleyip bırakarak kendi iPhone uygulamanızı hazırlamanıza olanak sağlayacağını iddia ediyor. İzlemekte fayda var.



Yeni Sabit Diskler Eski Bilgisayarları Kurtaracak

SSD, yani Solid State Disk veya Türkçe adıyla katı hal diski, dönen manyetik diskler yerine bellek yongaları üzerine kayıt yapan yeni bir sabit disk çeşidi. Fiyatlarının makul seviyelere düşmesiyle giderek yaygınlaşan bu yeni depolama aygıtlarının çok önemli avantajları var. Sabit diskten veri okuma ve yazma hızını artırıyorlar, disk birleştirme işlemine ihtiyaç duymuyorlar, sessiz çalışıyorlar, az enerji harcıyorlar. Bunlar tamam, ama geçtiğimiz ay Amerika'daki Consumer Electronics Show fuarına katılan RunCore adlı SSD üreticisi bu yeni nesil disklerin bir faydasını daha ortaya çıkardı: Eski bilgisayarlara can veriyorlar! SSD'ler bugün için yüksek satış fiyatları nedeniyle daha çok üst uç sistemlerde kendilerine yer buluyor. RunCore, SSD'lerin sistem başarısına katkısını ortaya koyabilmek için CES'teki standında 5-10 yıllık, ekonomik ömrünü doldurmuş bilgisayarları sadece SSD depolama aygıtlarıyla donatmaya karar vermiş. Sonuç? SSD dopingi alan sistemlerde



Windows 7 koşarcasına çalışıyor. Şirketin gösterdiğine göre eski işlemciler, düşük bellekler ve yavaş grafik yongaları nedeniyle Windows Deneyimi Dizini 1'e yaklaşan sistemler bile, sadece SSD takviyesiyle kullanım sırasında oldukça hızlı tepki veren makineler haline gelmiş. Bu da eski sistemlerin ömrünü uzatmak için yapılabilecekler arasına, bellek takviyesi ve işlemci terfisinin yanı sıra sabit disk terfisinin de koyulabileceğini düşündürüyor. Tabii öncelikle fiyatları halen komple bir bilgisayarla rekabet edebilecek kadar yüksek olan SSD'lerin fiyatının biraz daha düşmesini beklemek lazım.

Yeni nesil sabit disk teknolojisi, eski sistemleri yeniden ayağa kaldırmak için umut vaat ediyor.

Blu-ray Kapasitesine Yazılım Dopingi Geliyor

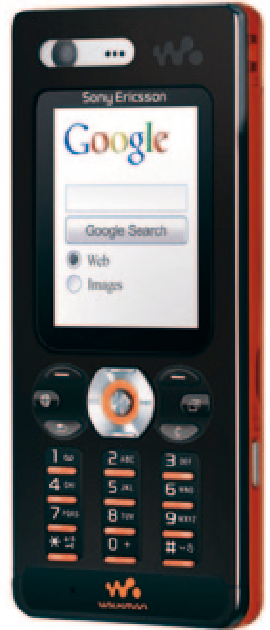
Firmware'lerin, yani donanımların çalışması için gerekli olan ve cihazla bütünleşik olarak gelen küçük yazılımların güncellenmesiyle bugüne kadar birçok problemin çözüldüğüne şahit olduk. Bu güncellemeler kimi zaman aygıt uyumsuzluklarını ortadan kaldırdı, kimi zaman da aygıtlara yeni fonksiyonlar eklenmesini sağladı. Peki küçük bir firmware güncellemesiyle optik disklerin veri depolama kapasitesinin artırılabileceği, üstelik az da değil, neredeyse yüzde 30 artırılabileceği aklınıza gelir miydi? İşte Sony ve Panasonic, Blu-ray diskler için tam da böyle bir kapasite artırımı üzerinde çalışıyor. Elektronik dünyasının bu dev ikilisi, ortaya koydukları yeni yaklaşımla disk üzerindeki veri yerleştirme biçimini yeniden düzenleyerek normalde 25 GB olan Blu-ray disk kapasitesini 33,4 GB'a çıkarabilecekleri iddiasında. Dahası, bunu halihazırdaki Blu-ray oynatıcıların lazer diyotlarını kullanarak yapıyorlar. Bu da demek oluyor ki mevcut Blu-ray oynatıcınız eğer destekliyorsa küçük bir firmware güncellemesiyle bu diskleri de okuyabilir hale gelecek. Bu yeni teknolojinin ne zaman kullanıma sunulacağı şimdilik belli olmasa da, tahminler kapasitesi artırılmış Blu-ray disklerin bu yıl sonuna kadar piyasaya çıkacağı yönünde. Haberin detayını http://getir.net/vnp adresinde bulabilirsiniz.



33,4 GB kapasiteye sahip yeni nesil Blue-ray diskleri okumak için mevcut cihazlarda küçük bir yazılım güncellemesi yeterli olacak.

Sıradan Telefonların da Uygulama Dükkânı Var

Windows Mobile ve Symbian işletim sistemleri yıllardır piyasada; iPhone için üretilen uygulamaların sayısı 100 bini geçti; Android platformu fırtına gibi geliyor... Tüm bunları üst üste koyunca sanki herkes akıllı telefon kullanmaya başlamış gibi bir izlenim oluşuyor, ama öyle değil. Araştırma şirketi Nielsen'in verilerine göre cep telefonu kullanıcılarının yüzde 82'si halen fonksiyonları kısıtlı, diğer bir deyimle birilerini arayıp konuşmalarını sağlamanın ötesinde fazla bir özellik sunmayan türden cep telefonları kullanıyor (http://voicendata.ciol.com/content/news/110010503.asp). Diğer yandan bu kullanıcılar arasında akıllı telefonların sunabildiği türden fonksiyonları kullanmak, örneğin MSN Messenger'la sohbet etmek, kalori saymak veya en yakındaki restoranı bulmak isteyenlerin sayısı hiç de az değil. İşte bu ihtiyacı gören GetJar gibi şirketler de bu beklentiyi karşılamak için ilginç bir yaklaşım ortaya koyuyor. Yöntem şöyle çalışıyor: Cep telefonunuzun WAP tarayıcısı aracılığıyla servisin mobil sitesine bağlanıp telefonunuzun marka ve modelini giriyorsunuz, site telefonunuzun sahip olduğu Java platformu üzerinde çalışabilecek uygulamaların bir listesini size sunuyor. Siz de buradan uygulamayı seçip indirerek kullanmaya başlıyorsunuz. İhtiyacınıza yönelik uygulama telefonunuzu desteklemiyorsa onun da çaresi var. Site uygulamanın web sürümünü kullanabileceğiniz bir bağlantı adresi veriyor ve bu adrese cep telefonunuz üzerinden bağlanarak ihtiyaç duyduğunuz fonksiyonu uzaktan kullanabiliyorsunuz. Elbette ki tam anlamıyla akıllı telefonların yerini tutacak bir platform değil, ama birilerinin klasik telefonlara yönelik olarak ortalığa saçılmış binlerce Java uygulamasını ortak platformlarda bir araya getirmesine de ihtiyaç vardı. Hem böylece cep telefonunuzun gerçek gücünü görme şansınız da olabilir. GetJar internet sitesine http://www.getjar.com adresinden ulaşabilirsiniz.



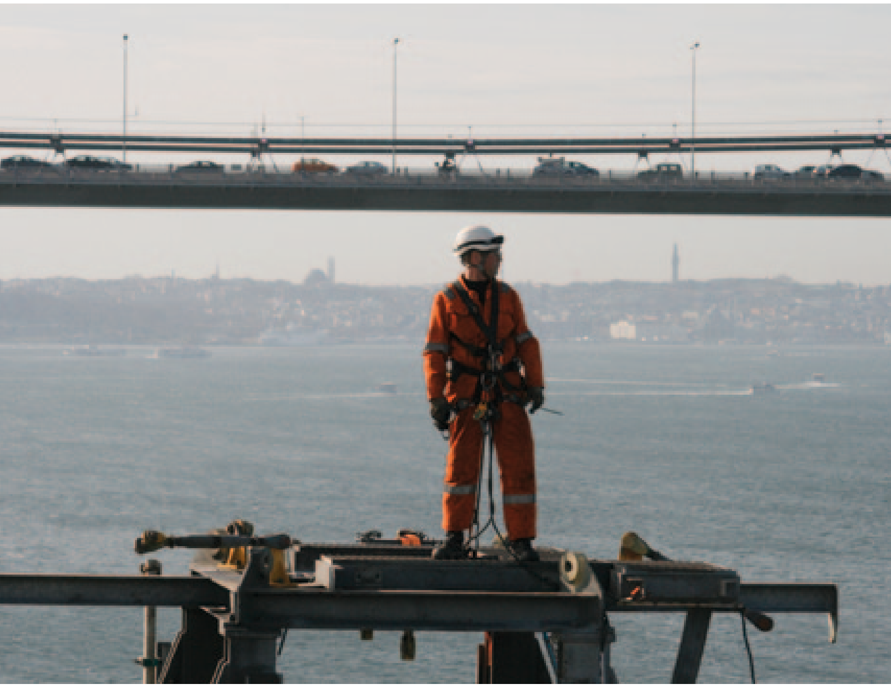
Akıllı olmayan cep telefonları da zengin uygulama çeşitliliğinden faydalanabiliyor.

Recep Atalay

Sondaj Dairesi Başkanı,
Türkiye Petrolleri A.O.

Dev Sondaj Platformu Leiv Eiriksson'un Sinop'a Yolculuğu

Karadeniz'de TPAO-Petrobras tarafından yürütülecek sondaj operasyonları için üç yıllığına kiralanan dev sondaj platformu Leiv Eiriksson'un Karadeniz'e taşınması Boğazların coğrafi yapısı uyarınca uzun bir hazırlık devresi ve mühendislik hesaplamaları gerektirdi. Dev platformun adım adım Sinop'a yolculuğu...

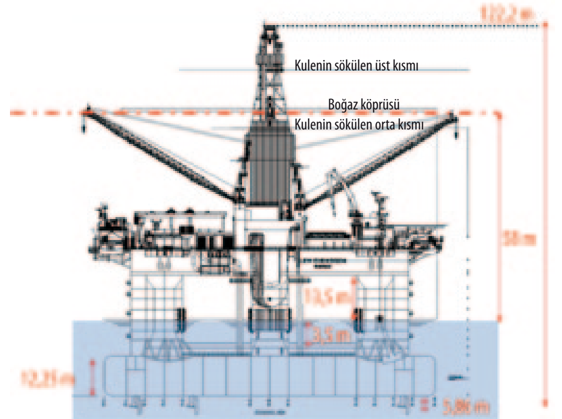


İstanbul Boğazı'ndan herhangi bir deniz taşıtını geçirmek istiyorsanız iki şeyi çok iyi bilmeniz gerekiyor: Birincisi, Marmara'dan Boğaz'a girişte su derinliği 24 metreye kadar düşer. İkincisi, Boğaz Köprüsü civarında suyun deniz tabanından yüksekliği 48 metre, köprünün altından geçmesi için deniz araçlarına verilen yükseklik izniyse 58 metredir. Dolayısıyla bunlardan farklı ölçülere sahip bütün deniz taşıtlarının bu ölçülere getirilmesi gerekir.

Karadeniz'de sondaj yapmak üzere kiralanan *Leiv Eiriksson* sondaj platformunun yüksekliği 122,2 metre, platformun denize daldırılabileceği derinlik ise 26,2 metre. Dolayısıyla deniz üstünde kalan ve izin verilen yükseklik olan 58 metreden yukarıda kalan 38 metrelik kısmın kuleden ayrılması gerekiyordu.

Kulenin İstanbul Boğazı'ndan Geçişe Hazırlanması

Farklı seçenekler gözden geçirildikten sonra, *Leiv Eiriksson* sondaj platformunun İstanbul Boğazı'ndan geçirilebilmesi için 38 metrelik kısmının kesilmesi işlemine en uygun yerin Norveç'in Haugesund şehri yakınındaki, Westcon tarafından işletilen Olen Tersanesi olduğu belirlendi. 27 Ekim 2009 tarihinde TPAO-Petrobras firması kontratına giren platform, 29 Ekim 2009 tarihinde Shell kontratından çıktıktan sonra bu tersaneye getirildi. Saren mühendislik firması kulenin üstten 38 metresinin sökülmesi ve yapılan dört ayaklı bir kule yardımıyla, hidrolik yöntemlerle kriko şeklinde indirilmesi işlemini yönetti. Bu operasyon kritik yoldaki esas işlem adımıydı, ama bu operasyona zarar vermeden yapılabilecek diğer tüm yenileme işlemleri de o sırada gerçekleştirildi. Yenilenmesi gereken 5 uskurdan 3 tanesi Olen Tersanesi'nde değiştirildi. Diğer iki tanesi ise Sinop Limanı'nda önümüzde günlerde değiştirilecek.



Leiv Eiriksson sondaj platformunun yükseklik ölçüleri

Olen Tersanesi'nden Sinop Limanı'na Seyir

Platform 3 Aralık 2009 tarihinde saat 09:45'te Olen Tersanesi'nden ayrılarak Malta'ya doğru seyretmeye başladı. İngiltere'nin doğusundan ya da batısından olmak üzere iki farklı rotadan Cebeli Tarık Boğazı'na ulaşma imkânı vardı. Manş Denizi'nden geçiş 19 saat daha kısa olmasına rağmen, yoğun trafik ve deniz tabanının bazı yerlerde 24 metre olması risk olarak değerlendirildiği için rotanın İngiltere'nin batısından geçmesi tercih edildi.

Kuzey Batı İngiltere'de hava şartları yolun geri kalan kısmına göre çok ağırdı. Kulenin iki çapasından biri şiddetli dalgalar yüzünden denize düştü. Cebeli Tarık Boğazı'ndan dönüldükten sonra seyir hızı çok arttı ve 23 Aralık 2009 tarihinde Malta'ya ulaşıldı. Burada ekip değişimi ve motorin ikmali yapıldı. 25 Aralık 2009 tarihinde Malta'dan ayrılan platform 29 Aralık 2009 tarihinde, saat 11:00 civarında Gelibolu Yarımadası ile Gökçeada arasındaki alana ulaştı. Burada daha önce denize düşen çapanın yerine yeni çapa monte edildi. Bu esnada platformun boğaz geçişlerini yönetecek ekiple ve destek gemilerinin kaptanlarıyla toplantı yapılarak boğaz geçiş planları tekrar gözden geçirildi.

30 Aralık 2009 tarihinde, saat 06:00 civarında harekete geçen ve önde *Siem Denis* servis botu, arkada platforma bağlı *Normand Pioneer* çekme botu, platformun her iki yanında iki kılavuz botu, en arkada da sahil güvenlik gemisi olmak üzere toplam 6 deniz aracından oluşan konvoy saat 09:00 civarında Çanakkale Boğazı'ndan geçmeye başladı ve saat 13:00 civarında konvoy Marmara Denizi'ne girip 30 Aralık 2009 saat 24:00 civarında Ataköy açıklarında park alanına ulaştı.

31 Aralık 2009 tarihi sabah 07:00'da aynı konvoy park alanından hareket ederek 08:00 civarında İstanbul Boğazı'na girdi ve saat 09:30'da Üsküdar, Salacak açıklarında Boğaz Köprüsü'nün altından geçecek seviyeye gelecek şekilde su aldı. Saat 11:00 civarında yeniden hareketlenerek Boğaz köprülerinin altından yaklaşık 6 deniz mili hızla geçerek saat 14:00 civarında Karadeniz'e ulaştı. Bu noktada da kılavuz kaptanlardan ve diğer botlardan ayrılarak Karadeniz'e açıldı.

Leiv Eiriksson sondaj platformu Norveç'in Olen Tersanesi'nde başlayan ve toplam 4128 deniz mili (7641 km) süren yolculuğunu, 2 günlük Malta duruşu ve yaklaşık 1 gün süren Çanakkale ve İstanbul duruşları dahil 30 günde tamamlayarak 2 Ocak 2010, saat 09:00 civarında Sinop Limanı'ndan 1,34 deniz mili uzakta, 52 metre su derinliği olan park alanında tamamladı.

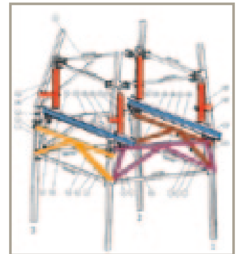
Leiv Eiriksson sondaj platformunun Olen Limanı'ndaki seyre hazırlık işlemlerini TPAO ve Petrobras sondaj mühendisleri takip etti. Platformun Olen'den Malta'ya ve Malta'dan Sinop'a kadar seyri de aynı şekilde takip edildi.

09.01.2010 tarihinde platformun ayrılan kısmı yerine tekrar yerleştirild. Diğer montaj işlemleri hâlâ devam ediyor. Limandan ayrılarak denemeler için denize açılma tarihi 02.02.2010 ve Sinop-1 kuyusunun başlama tarihi de 12 Şubat 2010 olarak tahmin edilmektedir.



Normand Pioneer Çekme botu: Çanakkale ve İstanbul Boğazlarının güvenliği için Boğaz otoritelerinin talebi üzerine Norveç'ten getirildi. 28.800 hp gücü ile dünyanın en büyük çekme botlarından biri olan *Normand Pioneer* her iki boğazı geçişinde *Leiv Eiriksson* sondaj platformuna eşlik etti. *Normand Pioneer* çekme botunun çekme gücü 287 ton, sürüklenme esnasında durdurma gücü ise 450 tondur. Çekme halatının dayanımı ise 680 tondur. Çekme işlemi esnasında *Normand Pioneer* ile *Leiv Eiriksson* arasındaki 400 metrelik mesafe sürekli korundu. Aslında *Leiv Eiriksson* sondaj platformu boğaz geçişleri de dahil seyrin tamamını kendi uskurlarıyla gerçekleştirdi. Platform uskurlarının toplam itme gücü 44.880 hp'dir.





Kulenin iki parçaya ayrılmasında en önemli işlem, her iki parçanın ayrılıp yerlerinden indirildikten sonra seyir halindeyken deforme olmayacak şekilde emniyete alınmasıydı. Bu yüzden kule şekilde gösterildiği gibi güçlendirildi: Üst parçanın korunması için kırmızı destekler, alt parçanın korunması için sarı ve mor destekler eklendi. Mavi renkli kısımlar üst kısmı kaydırmak için kullanılan kızaklar. Kulenin iki parçaya ayrılması 32 günde gerçekleştirildi.

Levent Daşkıran

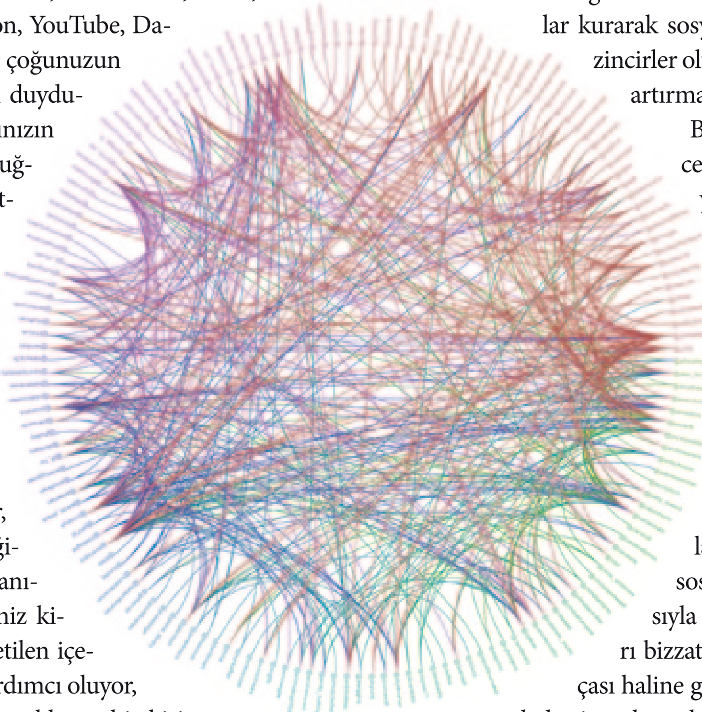


Twitter, basit yapısına rağmen son birkaç yılda en çok sözü edilen sosyal ağlardan biri haline geldi.

Kullanıcılar Sosyal Ağlarla İnterneti Yeniden Keşfediyor

İlk çıktığı zamandan beri bilgisayarları birbirine bağlamak için kullanılan internet, son yıllarda iyice hareketlenen sosyal ağlar sayesinde benzer bir beceriyi insanları bir araya getirme konusunda gösteriyor.

Facebook, Twitter, Linkedin, MySpace, FriendFeed, Last.fm, deviantART, Flickr, StumbleUpon, YouTube, DailyMotion... Bunlar çoğunuzun adını bir yerlerden duyduğu, hatta bazılarınızın günde birkaç kez uğramadan günü bitmiş saymadığı siteler. Kimi tanıdıklarınızla aranızdaki iletişimin güncel kalmasını ve kendinizi farklı yöntemlerle ifade edebilmenizi sağlıyor, kimi kendi ürettiğiniz içeriği paylaşmanıza veya ilgilendiğiniz kişiler tarafından üretilen içeriğe ulaşmanıza yardımcı oluyor, kimi sizinle benzer zevklere sahip kişilerin beğenileri üzerinden yepyeni şeyler keşfetmenize aracılık ediyor. Amaçları ve yaklaşımları farklı olsa da, aslında hepsinin ortak bir hedefi var: Üyeleri arasında görülebilir ve keşfedilebilir bağlar kurarak sosyal etkileşime dayalı zincirler oluşturmak ve katılımı artırmak.



Kişilere ait karmaşık iletişim ağları sosyal ağlarda kolayca görünür hale geliyor.

Bugün bırakın sadece sosyal ağlara dayalı yapıları, sıradan web siteleri bile sosyal paylaşıma yönelik çabalarıyla kullanıcı etkileşimini artırmak üzerine çalışıyor. Özellikle son 5 yılda bireysel profillerin paylaşımını esas alan sosyal ağların patlamasıyla birlikte, kullanıcıları bizzat etkileşimin bir parçası haline getirmeye yönelik çabalar inanılmaz bir yükselme eğilimine girdi. Oysa bunun öncesine bakıldığında durum oldukça farklı görünüyordu. İnternet, içeriğin da-

ha çok büyük şirketler ve organizasyonlar tarafından üretildiği, bilginin genellikle tek taraflı olarak sunulduğu, ziyaretçilerin birbiriyle etkileşime geçmek yerine siteden siteye savrulduğu bir yapıyı andırıyordu. Etkileşim kavramıysa bireye odaklanmak yerine daha çok gruplar arası etkileşime odaklanmıştı. Benzer ilgi alanlarına sahip kişilerin sohbet odalarında buluşması, forumlardaki mesajlaşmalar, kişisel listelere gönderilen anlık iletiler hep belli bir grup çerçevesinin içinde kalıyordu.

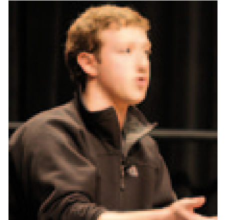
Oysa günümüzün sosyal ağ algısı, bireysel etkileşim söz konusu olduğunda bunların çok daha ötesine geçmiş durumda. En basit anlatımla, internet nasıl bir zamanlar bilgisayarları birbirine bağladıysa, sosyal ağlar da benzer bir şekilde günümüzde insanları birbirine bağlayan en güçlü yapı haline gelmiş durumda.

Bireylerin ortak aklı sosyal ağları şekillendiriyor

Sosyal ağ, internet üzerinde bireylerin profilleriyle var olmalarını ve farklı profillerle iletişim kurmalarını sağlayan servislere verilen bir isim. Bireyler arası koordinasyonu sağlayan sistem genellikle bir web sitesi üzerinden yönetiliyor. Siteye girdiğinizde öncelikle kendinize site üzerinde bir kullanıcı hesabı açıyor ve bu hesapla ilişkilendirilen profilinize isim, yaş, ilgi alanları gibi kendinizi tanıtıcı bilgiler ekliyorsunuz. Bunun ardından genellikle bizzat tanıdığınız insanlar başta olmak üzere arkadaş listeniz büyümeye başlıyor. Bu süreçte sizi arkadaş olarak ekleyenlerin sosyal ağlarına dahil oluyor ve siz de onları kendi sosyal ağınıza dahil ediyorsunuz. Böylece bir zincir reaksiyon başlıyor ve daha önce belki varlığından bile haberdar olmadığınız fırsatlar görünür hale geliyor. Örneğin yıllardır uzaktan tanıdığınız biriyle aynı özel ilgi alanına sahip olduğunuzu keşfetmek, aklınıza bile gelmeyecek birinin iş yerindeki arkadaşınızla tanıdık çıkması, çoktan izini kaybettiğini düşündüğünüz birileriyle yıllar sonra karşılaşmak gibi...

Peki bu sosyal ağ denen şey, ne oldu da bir anda bu kadar popüler bir kavram haline geldi? Bunun birkaç sebebi var. Öncelikle sosyal ağlar her bireyin hayatında var olan, fakat belli bir noktanın ötesinde başkaları tarafından görülemeyen sosyal ilişki ağını net bir şekilde ortaya koyma fırsatı veriyor. Bunun devamı olarak internet üzerindeki sosyal ağların ortaya koyduğu zengin etkileşim araçları ise, bireylere kendi çabalarıyla ulaşabileceklerinden çok daha geniş bir topluluğa ulaşabilme ve kendilerini çok farklı yöntemlerle ifade etme şansı tanıyor.





Mark Zuckerberg'in 2004'te hobi niyetine başlattığı Facebook'a bugün neredeyse paha biçilemiyor.

Bireyler arasındaki ilişkilerin şeffaf ve ifade biçimlerinin zengin olduğu böyle bir ortamda, olasılıklar da doğal olarak gerçek dünyada erişebileceğinizin ötesine uzanıyor. Kişisel görünürlüğünüzü artırmak, bağlantı ağınızı istediğiniz yönde güçlendirmek, normalde görünür olmayan size özgü nitelikleri görünür kılmak, iletişimde olduğunuz kişiler hakkında gündelik duruşlarının ötesinde bilgi edinmek, video ve benzeri zengin iletişim araçlarını da işin içine katabileceğiniz yöntemlerle bilgi ve görüş alışverişi yaparak düşüncelerinizi paylaşmak, bazı fırsatlardan öncelikli olarak haberdar olmak bunlardan bazıları.

Bu olasılıkların zenginleşmesi sadece artan ilişki ağıyla değil, dahil olduğunuz sosyal ağın size sunduklarıyla da ilgili. Bu alanda Facebook gibi genel amaçlı sosyal ağların ötesinde özel alanlara odaklanan çok sayıda başarılı örnek var. Örneğin Last.fm (www.lastfm.com.tr), seçtiğiniz parçalardan müzik zevkinizi algılayarak sizinle benzer müzik zevki olan kişilerle bir araya gelmenizi ve onların listelerini incelemenizi sağlıyor. Böylece hoşunuza gidebilecek yeni müzikler keşfetmenize yardımcı oluyor. Tamamen iş konusuna odaklanan bir sosyal ağ olan Linkedin (linkedin.com), kendinize bir özgeçmiş oluşturarak deneyiminizi paylaşabileceğiniz profesyonellerle bir araya gelmenizi kolaylaştırıyor. MySpace (myspace.com), genel amaçlı olmakla birlikte özellikle müzisyenlere hitap eden araçlarıyla şöhret kapısını aralamak isteyen sanatçı ve grupların eserleri için güzel bir sergileme ve paylaşım platformu sunuyor. Lafı fazlaca uzatmadan, hayatınıza ve çevrenize dair küçük kırıntıları alelacele paylaşmak ve diğer kırıntıların peşine düşmek için Twitter (twitter.com) veya FriendFeed ideal (friendfeed.com) ortamlar. Çizim, fotoğraf ve el sanatları gibi görsel eserleri paylaşmak içinse Flickr (flickr.com) veya deviantART (deviantart.com) gibi sosyal içerik paylaşım ağları emrinize amade.

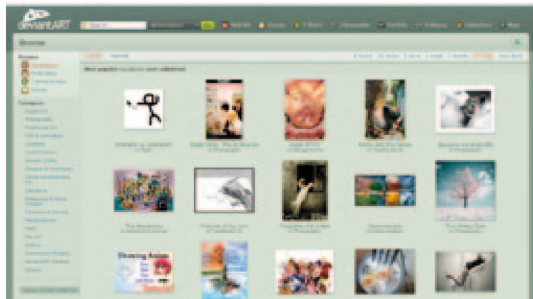
Kişisel bilgilerin güvenliği ne olacak?

Sosyal ağlara dahil olan kullanıcılar, bağlantıların sağlıklı bir şekilde kurulabilmesi ve genişlemesi için çok yüksek oranda bu yapılara gerçek isimlerini ve geçerli erişim bilgilerini vererek katılıyorlar. Aslında öyle de olması lazım, çünkü sosyal ağlarda bağlantı kurmak sadece aramakla değil bulunmakla da ilişkili. İşin ilginç tarafı, yoldan geçerken adın ne diye sorsanız söylemekten çekinecek kişiler sosyal ağlara kayıt olurken bazen cep telefonlarına kadar kendilerinden istenen her bilgiyi sunmaktan çekinmiyorlar. Buna bir de özel ilgi alanlarını ve sosyal ağ üzerinden kurduğunuz ilişkilerin sizin hakkınızda yansıtacağı kişisel eğilimleri eklediğinizde, bu yapılar bir süre sonra sizin neredeyse ruhunuzu okuyacak hale gelebiliyor. Üstelik sosyal ağlarda pazarlama veya benzeri amaçlarla kişisel bilgilerinizin peşine düşen veya kimlik hırsızlığı için hakkınızda daha fazla bilgi toplamaya çalışanların sayısı da azımsanmayacak ölçüde fazla.



Bu durum, sosyal ağlarda gerçek bir mahremiyetten bahsedilebilir mi konusunu sıkça gündeme getiriyor. Aslında bu konudaki görüşler iki kutba ayrılıyor: Birinci grup internette kişisel bilgilerin güvenliğini sağlamak için, erişimi zorlaştırma pahasına da olsa her türlü önlemin alınması gerektiği görüşünde. Diğer grup ise yaşadığımız sayısal çağda zaten gittiğimiz hemen her yerde, doldurduğumuz her formda, yaptığımız her ödemede sürekli bizimle ilgili bilgilerin alınıp bir yerlere iletildiğini, bunları korumaya çalışmanın gereksiz bir çaba olacağını düşünüyor.

Aslında ikinci görüşün de haklı olduğu yönler var. Fakat dolandırıcıların kullandığı sosyal mühendislik yaklaşımlarının sosyal ağlar üzerinde de etkili olduğunu göz önüne alınınca, ilk yaklaşıma biraz daha yakın durmakta fayda var gibi görünüyor. En azından sosyal ağlarda paylaştığınız bilginin niteliği üzerinde otokontrol uygulamak önemli. Yazdığı-



deviantART, internette çizim, fotoğraf, ilüstrasyon gibi her türden görsel sanatların paylaşıldığı en büyük sosyal ağlardan biri.

Sosyal ağlarda bunlar da oluyor...

26 Kasım 2008'de Bombay'daki saldırıları ilk duyuranlar bölgede yaşayan Twitter kullanıcıları oldu. Dünya gelişmeleri adım adım sosyal medyadan izlerken, Vinukumar Ranganathan adlı gazetecinin olay yerinden çekip Flickr'a yüklediği fotoğraflar başta CNN olmak üzere dünyanın önde gelen haber ağları tarafından kullanıldı.

Vaktinde Facebook'a üye olup günde 10 bin civarında arkadaş isteği karşısında apar topar hesabını kapatan Bill Gates, Twitter'da hesap açtıktan 8 saat sonra 100 bin takipçiye ulaştı. Şu anki takipçi sayısı 350 bine yakın, siz bu dergiyi okurken 500 bini geçmesi mümkün.

Daha önce adı sanı duyulmamış bir yönetmen olan Federico Alvarez, özel efektler dahil toplam 300 dolara mal ettiği bir kısa filmi YouTube'a yükledi. Şehre saldıran dev robotların istilasını konu alan "Panic Attack" adlı filmin gördüğü ilgi üzerine Örümcek Adam serisinin de yapımcısı olan Sam Raimi'nin Ghost House Pictures yapım şirketi, Alvarez'le 30 milyon dolarlık kontrat imzaladı.

Sosyal ağlarla ilgili her şey sadece başarı hikâyelerinden ibaret değil. Sosyal ağlarda işleri, müşterileri, patronları veya çalışma arkadaşları hakkında yazdıkları şeyler yüzünden kapı önüne koyulanların sayısı da bir hayli fazla. Proofpoint'in Ağustos 2009'da yaptığı bir araştırmaya göre Amerika'da 1000'den fazla çalışanı olan şirketler arasında sosyal ağlardaki uygunsuz davranışlar yüzünden çalışanlarını işten çıkaranların oranı yüzde 8'e yükseldi.

Bir de sosyal ağların yarattığı fırsatları tersine çevirmesine güzel bir örnek: Kaliforniya Üniversitesi'nde yüksek lisans yapan 22 yaşındaki Connor Riley, Cisco'dan bir iş teklifi alır. Bunun üzerine Twitter'dan "Cisco'dan teklif aldım. Şimdi alacağım ücretin nefret edeceğim bir işi yapmaya değip değmeyeceğine karar vermem lazım" anlamında bir mesaj atar. Cisco çalışanı Tim Levad cevabı yapıştırır: "Seni işe alacak yönetici kim? İşe alacağı kişinin yapacağı işten nefret edeceğini bilmesi iyi olur." Sosyal ağlar üzerinden bir gecede yankılanan ve internet efsanesine dönüşen bu olay "Cisco Fatty" ismiyle de hafızalara kazındı.

<<<

Sosyal ağlara dair ilginç rakamlar...

70'lerin ortasından sonra doğan ve genel olarak Y nesli olarak adlandırılan neslin yüzde 96'sı bir sosyal ağın üyesi.

Amerika'da evlenen her 8 çiftten biri sosyal ağlar üzerinden tanışıyor.

Facebook'a 9 ayda katılan yeni üye sayısı 100 milyon. 50 milyon kullanıcıya ulaşmak için televizyon 13 yıl, internet 4 yıl beklemişti.

2007'nin sonlarında Microsoft Facebook'un yüzde 1,6 hissesini 240 milyon dolara satın aldı. Bu, Şubat 2004'te hobi olarak başlayan Facebook'un piyasa değerinin 4 yılda 15 milyar dolara çıktığı anlamına geliyor.

300 milyondan fazla üyesi olan Facebook bir ülke olsaydı, dünyanın en kalabalık 4. ülkesi olurdu.

Amerika'da eleman bulmak için öncelikli olarak Linkedin'e başvuran şirketlerin oranı yüzde 80.

Yeni nesil, mevcut sosyal iletişim olanakları karşısında e-posta'yı tamamen bırakma eğiliminde. Boston Koleji 2009'dan itibaren yeni başlayan öğrencilerine e-posta hesabı açmayı bıraktı.

Facebook'u kendi dillerinde kullanmak isteyen İspanyollar, Facebook'un bu işi ele almasını bekleyemeyip siteyi İngilizce'den İspanyolca'ya 4 haftada çevirdi. İşin Facebook'a maliyeti sıfır.

ComScore Ağustos 2008 verilerine göre YouTube, Yahoo'yu bile sollayarak Google'dan sonra dünyanın en büyük arama motoru haline dönüştü.

Google'ın sadece MySpace arama sağlayıcısı olmak için ödediği para 900 milyon dolar.

Twitter kullanıcıları Ashton Kutcher'ı ve Ellen Degeneres'i takip edenlerin toplamı İrlanda, Norveç ve Panama nüfusundan fazla.



MySpace, genel amaçlı bir sosyal ağ olarak özellikle müzisyenlerden büyük rağbet görüyor.

nız mesaj veya yolladığınız fotoğraf sosyal çevrenizin size bakışı üzerinde nasıl bir etki oluşturur? Birileri bunları sonradan size karşı kullanabilir mi? İnternet hesaplarınızdaki unutulan şifre kısmına girdiğiniz soruların cevapları, finansal hesaplarınıza ulaşmayı kolaylaştıracak ipuçları, açık adres ve telefon numaralarınız profilinizde yer alıyor mu? Tatilde olduğunuzu belli ederek potansiyel hırsızlara davetiye çıkarıyor musunuz? Profilinizde yer alan herhangi bir içerik gelecekte potansiyel bir iş ilişkisini veya fırsatı zora sokabilir mi? Tüm bunlar sosyal ağlarda yer alırken değerlendirilmesi gereken konular.

Sonuç

İnternet kullanıcıları, uzunca bir kuluçka döneminin ardından kendi ağını oluşturan, kendi içeriğini üreten, paylaşan ve yorumlayan bir yapıya doğru evrildiler. Yeni nesil kullanıcılar artık kendilerine sunulanla yetinmeyip seçimlerinde özgür olmak, yaşadıkları deneyimi beğenilerine göre şekillendirmek, fikrini belli ederek dönüşüme katkıda bulunmak ve kendilerine benzeyen kişilerle tüm bu deneyimleri paylaşmak istiyor. Sosyal ağlar, internet kullanıcılarına çok daha geniş dünyanın bir parçası olma ve bu dünyayı birey olarak şekillendirme şansı verdiği için böylesine başarılı yapılar haline dönüştü. Peki bundan bir sonraki kuşak interneti nasıl dönüştürecek? Rivayetler muhtelif, o da başka bir yazının konusu olsun...

Kaynaklar
http://socialnomics.net
http://www.webdesignerdepot.com/2009/10/the-history-and-evolution-of-social-media/
http://weigend.com/teaching/haas/
http://www.slideshare.net/christianp/27-facts-and-20-examples-about-social-media



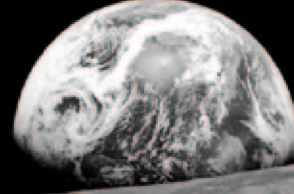
Profesyonel bilişim yazarlığı kariyerine 2000 yılında *PC Magazine* Türkiye dergisinde editör olarak başlayan Levent Daşkıran, aralarında *Chip*, *Windows.Net Magazine*, *Hürriyet* ve *Sabah* gibi yayınların da yer aldığı onlarca basılı ve çevrimiçi yayına makale, derleme ve çevirileriyle katkıda bulundu. 2001'den beri *Bilim ve Teknik* ve *Bilim Çocuk* dergilerine yazılarıyla her ay düzenli olarak katkıda bulunan Daşkıran, haftalık *BThaber Gazetesi*'nde Haber Sorumlusu olarak görev yapıyor.

Melahat Bilge Demirköz

Bir Fizikçi Hayali ve Mikro Karadelikler

Yüzyıllardan beri insanoğlu Ay'a bakıp merak etti neden orada durur diye. Gelgitler ve dolunay efsaneleri, Ay'ı olduğundan da gizemli kıldı, ta ki kütle çekimi yasalarının keşfine kadar. Hayatımızda en önemli fizik kuvveti olarak yer edinen kütle çekimi, aslında doğadaki en zayıf kuvvet…

Gelin, yerçekimine tersten, Dünya'ya da Ay'dan bakalım.



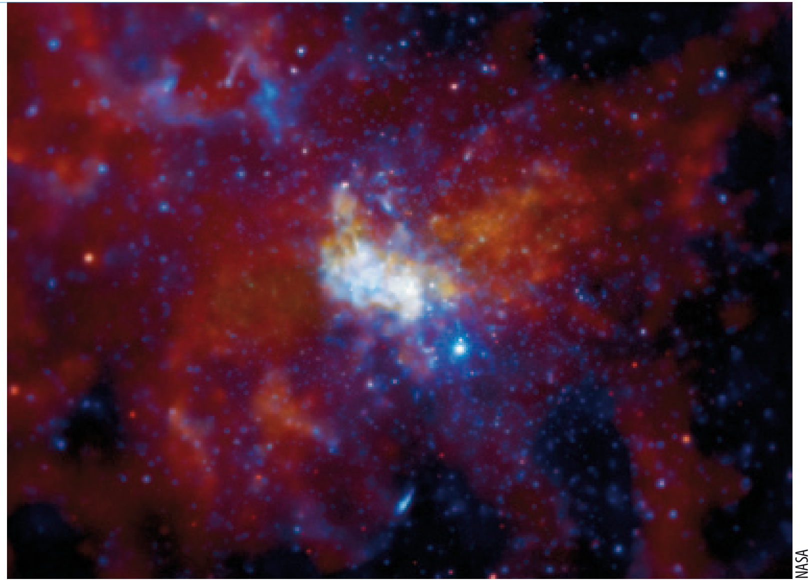
İki yıldızdan biri yaklaşırken dedi:
"Dönmeyi bırakıp biraz durabilsek,
Göğün izniyle parıldasak, birlikte."
İkilinin arzusu kendine bir özlem.
Yörüngeleriyle sabit yıldızların kaderi.
Birliktelik hayal. Ayrılık ise kanun.
Muhammed İkbal

İlk kez Ay'dan Dünya'nın doğuşuna Apollo 8'deki astronotlar 24 Aralık günü 1968'de tanık oldular.

>>>

Doğanın en temel kanunlarını anlama çabamız, fiziğin yüzyıllar içinde birçok kola ayrılmasına neden oldu. Merak ettiğimiz tabiat olaylarını irdeleyen fizikçiler, evrenin değişik ölçeklerinde tabiat olaylarına özgü kanunlar olduğunu buldular. Örneğin gökcisimlerinin yörüngelerinde hareketlerinden sorumlu olan kütle çekimi ve elektronların protonlar etrafında hareketini belirleyen elektromanyetik yasaları. Kanunlar doğada etkin olan kuvvetleri tanımlamamıza yardımcı oluyorlar. Bildiğimiz kadarıyla doğadaki çoğu olay dört kanun yardımıyla açıklanabiliyor. Elektromanyetik ve kütle çekimi kanunları dışında, zayıf kuvvet ve kuvvetli kuvvet denilen kuvvetlerin de kanunları var. Onlar sadece atomaltı yahut parçacık fiziğinde gözlemlediğimiz kuvvetleri açıklamakta kullanılıyorlar. Bu dört kanunu buluşturmak, bir çerçevede birleştirmek, fizikçilerin uzun süren bir hayali… Elektromanyetik kuvvetle zayıf kuvveti bir teori altında birleştirmeyi Dr. Abdus Salam, Dr. Sheldon Glashow ve Dr. Steven Weinberg başardılar ve teorilerinin CERN'deki Gargamelle deneyiyle 1973 yılında kanıtlanmasından sonra 1979 Fizik Nobel Ödülünü aldılar. Ama ya diğerleri?

Hepsini aynı çerçeveye oturtmanın ilk sorunu hemen ortaya çıkıyor. Kütle çekimi yahut günlük hayatta kullandığımız ismiyle, yerçekimi kuvveti her ne kadar bizim hayatımızda en önemli kuvvet gibi gözükse de aslında en zayıfı. Diğer üç kanunla arasında kuvvet katsayısı açısından çok büyük bir fark bulunmakta. Bunu tespit etmenin kolay bir yolu var. Etrafınızda bulunan her cisim aslında kütlesine orantılı olarak sizi kütle çekimi kanununa göre kendisine çekiyor ve karşılıklı olarak biz de etrafımızdaki her cismi çekiyoruz. Fakat onların çekimini hissetmiyoruz bile. Ancak 6300 km yarıçapında çoğu demir ve oksijenden oluşmuş Dünya'nın sizi bütünüyle çektiğini düşünün… İşte bu koca kütlenin çekimi sizin ağırlık olarak hissettiğiniz kuvvet. Ama şimdi tabanlarınızı düşünün. Tüm gövdenizin ağırlığı tabanlarınıza bindiğinde aslında tabanlarınızın yüzeyinde bulunan elektronlar, o yükü kolayca kaldırabiliyorlar. Onlar temas ettiğiniz diğer yüzeydeki elektronlardan, elektromanyetik kuvvet kanunu dahilinde, ikisinin de eksi yüklü olmasından dolayı uzaklaşmak istiyorlar ve birbirlerini sürekli itiyorlar. Aslında elektronlar birbirinden bu kadar nefret etmese ve yarattıkları basınçla yerçekimine karşı koymasa, hepimiz kendimizi Dünya'nın merkezinde bulurduk. Dünya'yı ayakta tutan minicik elektronlar… ve lise kitaplarındaki ismi: normal kuvvet. Ama düşünün tabanlarınızdaki elektronların kuvveti koskocaman Dünya'nın sizi çekmesine karşı koyabiliyor. Demek ki, o kuvvetli diye bildiğimiz kütle çekimi, mikroskobik dünyadan bakıldığında ne kadar da zayıf… Ama mikroskobik dünya için, kütle çekimi etkili bir kuvvet olamaz mı?



Evrene açılan gözlerimizden biri de on yıldan beri uzayda bulunan ve evreni X-ışınlarında tarayan Chandra Uzay Teleskobu. X-ışınlarında Dünya'dan bakıldığında Yay Takımyıldızı sınırlarında kalan Samanyolu'nun kalbindeki karadeliğin etrafındaki ısınmış gaz kütlelerini görmek mümkün.

Güneş'in kütlesi Dünya'nın kütlesinin 330 bin katı kadar, ama onun merkezinde bile elektronlardan ve protonlardan oluşan plazma basıncı yerçekimine karşı koyabiliyor. Ancak Güneş'ten daha ağır olan bir yıldızın süpernova patlaması sırasında çekirdeğinin çökmesi sürecinde basınç o kadar artıyor ki, elektronlar ve elektromanyetik kuvvet pes ediyor. Elektronlar zıt yüklü olan protonlarla birleşip yüksüz olan ve elektromanyetik kuvvetle etkileşmeyen nötronları oluştururlar. Karşınızda ortalama bir nötron yıldızı portresi: 12 km yarıçapında ve Güneş'ten yüzde 50 daha ağır. Yüzeyindeki yerçekimi ise Dünya'dakinin 200 milyar katı! Onu ayakta tutan, daha da çökmesine izin vermeyen şey ise nötron basıncı, yani kuvvetli kuvvet. Ama daha bitmedi. Kütle çekiminin doğada tüm diğer kuvvetlere üstün geldiği ve yendiği bir yer var: karadelikler. Süpernova patlamasında çöken çekirdeğin yeterince kütleli olması sonucunda nötron basıncı da maddeyi ayakta tutmayı başaramıyor ve madde "çöküyor..." Karadelikler bahsinde hep sorulan soru karadeliğin içinde ne olduğudur. Bilemeyiz hatta kimse bilemez. Çünkü karadeliklerin yerçekiminden ışık bile kaçamıyor. Karadelikler evren hakkındaki bilgimizin kesin olarak sınırlandığı noktadır. Bir karadeliği tanımlayan sadece üç bilgi var: kütleleri, dönme hızları ve taşıdıkları elektrik yük. Başka hiçbir şeyi ne bilebiliriz ne de hakkında iddia ortaya atabiliriz çünkü fizik kanunları bilgimizin sınırını çiziyor.

Şu ana kadar bu üç bilgiden sadece ilkini, yani kütlelerini, iyi bir şekilde ölçebildik ve hemen söyleyelim: evrenimizde bulunan karadelikler çok çok kütleli. Örneğin Dünya'nın da içinde bulunduğu Samanyolu

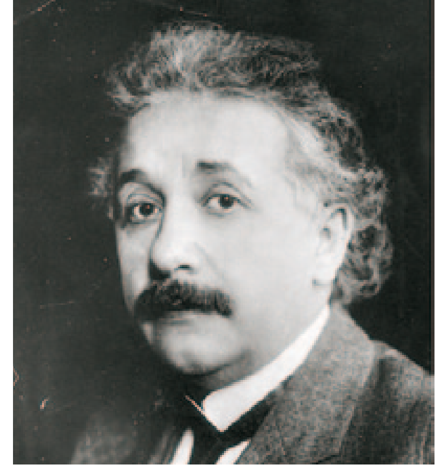


Gökadası'nın kalbinde güneşimizin yaklaşık 4 milyon katı kütlesinde bir karadelik bulunuyor! Merak edenler için: bu karadelik Dünya'dan bakıldığında Yay burcunun Sagittarius A* sahası içinde kalıyor. Gökadamızda yaklaşık 1 milyar yıldız var. Bu yıldızlar dönme hızları ve merkez-kaç kuvveti sayesinde bu karadelik tarafından yutulmaktan kurtuluyorlar. Karadeliğin kütlesini de ona en yakın olan yıldızların hareketlerini izleyerek ve ölçerek hesaplayabiliyoruz. Karadelikler asla görülmezler. Fakat karadeliğin yerçekimi kuvvetine karşı koyamayan gaz kütleleri, nadiren yıldızlar, karadeliğe düşerken, sanki son bir çığlık atıyorlar. Biz kendi gökadamız dışındaki karadelikler hakkında, salındığı zaman X ve Gamma ışınları dalga boyundaki bu son çığlıkları gözlemleyebildiğimizden bilgi toplayabiliyoruz. Çoğu gökadanın kalbinde bir büyük karadelik olduğunu gözlemledik. Şimdiye kadar bulunanların en büyüğü Yengeç burcunda ve bizden 3,5 milyar ışık yılı uzaktaki OJ287, güneşimizin yaklaşık 18 milyar katı kütleli!

Peki doğanın diğer üç kanunu karadeliklerde kütle çekimine yenik düşüyorsa ve doğa bu savaşın galibini ışığın bile kaçamaması sonucunda gözlemlememizi yasaklamışsa, biz fizikçiler kütle çekimini nasıl mikro dünyada daha iyi anlayabiliriz ki? Daha da önemlisi: Kütle çekimi mikrodünyada neden bu kadar zayıf? Diğer kuvvetlerden farkı ne ve nasıl onu diğerleriyle bağdaştırabiliriz? Einstein'ın hayatının son yirmi yılını vakfettiği ve uzun yıllar ümitsiz görülen bu konu, hâlâ fizikçilerin gündeminde…

Schwarzschild ve Einstein

İlginçtir ki tarih, hatalı bir şekilde karadelikleri hep Einstein'a mal eder. Einstein 1915 yılında kütlesiz olan ışığın da kütle çekiminden etkilendiğini yazar fakat genel izafiyet teorisinin genel bir çözümüne ulaşamaz. Bu hesabı, Frankfurtlu Yahudi bir tüccarın oğlu olan, 16 yaşında ilk fizik buluşunu yapan, 23'ünde doktorasını bitiren, 27'sinde Göttingen Üniversite'sinde profesör olan Karl Schwarzschild yapacaktır. 1914 yılında 40 yaşında olduğu halde Birinci Dünya Savaşı'na katılan Alman topçu Yüzbaşı Schwarzschild, Rusya cephesinde ciddi bir deri hastalığına yakalandığı halde Einstein'ın denklemlerini çözmeyi makalenin basıldığı 1915 yılı bitmeden başarır ve karadeliklerin mümkün olduğu sonucuna varır. Einstein denklemlerin basit bir çözümü olduğuna şaşırır. Fakat bu dahi, 1916 yılının Mayıs'ında hastalığa yenik düşerek vefat eder. Onun anısına, astrofizik kitaplarına karadeliklerin hesaplanabilir olan yarıçapı, Schwarzschild yarıçapı olarak geçmiştir. Yine ilginçtir ki ölümünden sonra Uluslararası Astrofizik Derneği'ne sunulan anma yazısında fiziğe bu katkısından hiç bahsedilmez. Onun kabul görmüş başka fikirleri, o zaman için hayal gücünü zorlayan karadelikleri gölgede bırakmıştır… Einstein ise denklemlerinin genel çözümünü kabul ettiği halde, ölümüne kadar doğanın kadadelikler oluşmasına izin vermeyeceğini ileri sürmüş, karadelikler üzerinde çalışan Chandrasekhar ve Oppenheimer'a karşı çıkmıştı. Einstein fizik dünyasında o kadar etkiliydi ki, ancak ölümünden on yıl sonra kütle çekimi sonucu çökmenin gerçekleşebileceği ve karadeliklerin oluşabileceği kabul görmeye başladı. Ancak 2008 yılında açıklanan hassas ölçümlerden sonra Samanyolu gökadamızın kalbindeki karadelik, fizik bilgileri arasında hak ettiği yerini aldı. Ama son sözü Schwarzschild'a bırakalım. 22 Aralık 1915 tarihinde Einstein'a sonuçlarını haber veren Schwarzschild, bir sayfalık mektubunu şöyle bitirir: "Görüyorsunuz ki, savaş bana iyi davrandı ve ağır top ateşine rağmen sizin fikirlerinizin dünyasında yürümeme izin verdi."



Bu günlerde fizikçilerin, özellikle de CERN'deki LHC'nin gündeminde olan bir teori var. Açıklamak için yukarıdaki sorulara bir soruyla karşılık verelim: Zamanı bir boyut olarak kabul ettiğimizde, 4 boyutlu bir evrende yaşadığımızı söylüyoruz ama emin miyiz? Aslında daha fazla boyutta yaşıyor fakat ya bunları görmüyorsak? Daha da ileri gidelim: Kuvvetli olduğunu bildiğimiz üç kuvvet sadece yaşadığımız 4 boyuta kilitliyse fakat zayıf olarak hissettiğimiz kütle çekimi diğer boyutlara etkisini böldüğünden bizim için ancak bu kadar zayıf gözüküyorsa?

İşte, 1998 yılında Nima Arkani-Hamed, Savas Dimopoulos ve Georgi Dvali'nin ortaya attığı fikir birkaç soruyla anlatılacak kadar basit ama arkasındaki matematik de bir o kadar zor. Burada fiziğin evrensel boyutunu bir kere daha gözlemleme şansı buluyoruz. Nima Arkani-Hamed İran doğumlu bir Amerikalı ve halen Princeton'daki İleri Araştırmalar Enstitüsü'nde çalışıyor. Savas Dimopoulos, İstanbul doğumlu ve Yunan vatandaşı. Halen Stanford Üniversitesi'nde profesör. Georgi Dvali ise Gürcü ve halen New York Üniversitesi'nde profesör. Yakın bir coğrafyanın insanları, uzak bir coğrafyada, aynı fikirde buluşmuş…

Ortaya attıkları ekstra boyutlar, bizim bildiğimiz boyutlara pek benzemiyordu. Kendi üzerine dürülmüş, boyutları bir milimetreden de küçük olan ekstra boyutlar tasarlamışlardı. Bizim bu ekstra boyutları çıplak gözle görmemiz yahut hissetmemiz imkânsız. Ancak kütle çekimi kanununa etkisi bulunmakta. Bildiğiniz gibi, kütle

<<<

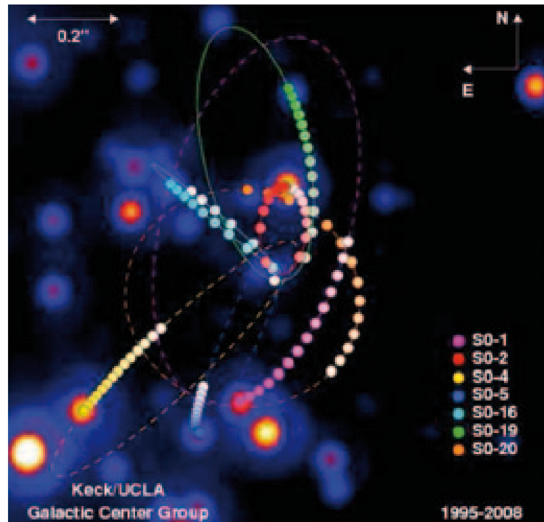
çekimi kanunu iki kütlenin arasındaki mesafenin karesiyle ters orantılı. Ama örnek verirsek, iki tane milimetrik ölçütlerde ekstra boyut var diyelim, o zaman kütle çekimi kanunu milimetreden büyük her mesafe için normal şekilde davranırken, milimetreden küçük bir mesafede iki kütlenin arasındaki mesafenin 4.üncü üssü ile ters orantılı davranıyor. Fakat bunu gözlemlemek çok zor. Zaten zayıf olan kütle çekiminin normalden sapmasını ölçmek istiyoruz. İki toz parçasının birbirlerine yaklaştırılıp, aralarındaki çekimi ölçmek ne kadar zor bir düşünün. Bu tip deneyleri tasarlamaya çalışan fizikçiler birçok zorlukla karşılaşıyor ama denemek bile güzel! Şunu da belirtmek lazım: Ekstra boyutlar ikiyle sınırlı olmak zorunda değil. Kütle çekimiyle diğer kuvvetleri aynı çerçeveye oturtmaya çalıştığımızda görüyoruz ki, boyutların sayısı arttıkça, ölçekleri de küçülebiliyor. Mesela 6 ekstra boyut varsa, ölçekleri, bir proton boyutu (10^{-15}m) kadar küçük olabileceği manasına geliyor.

Eğer boyutların ölçeği bir protonun ölçeğindeyse, siz de tahmin edersiniz ki, onların izlerini dünyanın en modern "mikroskopu" ve bir proton çarpıştırıcısı olan LHC'de (Büyük Hadron Çarpıştırıcısı'nda) görmek mümkün olabilir. Yukarıda bahsettiğimiz modelden farklı ekstra boyut modellerinin de olduğunu fakat çoğunun LHC'de gözlemlenebilecek bir iz bıraktığını söyleyelim. LHC'deki protonlar çarpıştığında, bizim için çok küçük bir enerji, çok çok küçük bir hacme sıkışacağından, yüksek bir enerji yoğunluğu ortaya çıkacak. Ekstra boyut teorileri doğruysa, bu yoğunluk yeterli seviyeye vardığında nadiren mikro karadelikler oluşabilir. Karadelik mi dedim? Merak etmeyin. Mikro kelimesi burada çok çok küçük olduklarını anlatmak için verilmiş aslında ama belki yeterli değil çünkü onlar bir protonun boyutundan da küçük olacaklar. Mikro karadelikler evrendeki büyük ağabeylerine, var oldukları süre içinde ölçülebilir üç özellikleri bakımından benziyorlar ama yaşam süreleri bakımından hiç benzemiyorlar. Stephen Hawking'in fizik dünyasına armağan ettiği bir kurama göre, sadece kısa bir an için var olup hemen "buharlaşacaklar". Buharlaşma kuramı, karadeliğin yüzeyinde kuantum prensipleri sonucunda madde ve karşı madde çiftlerinin oluşacağını, çiftlerden birinin karadeliğe düşerken, diğerinin karadelikten kaçacağını söylüyor. Bu kaçan parçacıklar, karadelikten enerji çaldıkları için, karadeliğin buharlaşmasına yani bir süre yok olmasına yol açıyorlar. Hawking'in bulguları, bir karadelik ne kadar küçükse o kadar hızlı buharlaşacağını söylüyor. Küçüldükçe de buharlaşma hızlanıyor. Samanyolu'nun merkezindeki karadelik ise o kadar büyük ki, bu buharlaşmadan neredeyse hiç etkilenmeden yaşamını kâinatın sonuna kadar devam ettirebilir. Bu bir kuram, mikro karadeliklerin buharlaşacaklarından nasıl emin olabiliyorsunuz diye sorabilirsiniz. Emin olmamızın nedeni uzaydan gelen ve atmosferimizle çarpışan yüksek enerjili kozmik ışınların, LHC'deki çarpışmalardan daha enerji dolu olanlarını sürekli gerçekleştirmeleri. Eğer ekstra boyutlar varsa ve teoriler doğruysa, şu an bile atmosferimizin üst tabakalarında bu mikro karadelikler göz açıp kapama süresinden de kısa fakat insanlığı düşünceye sevk edecek bir yaşam sürdürüyor demektir. Milyarlarca yıldan beri gerçekleşen çarpışmalardan etkilenmemiş ve yok olmamış Dünyamız ise komplo teorilerini sevenler için en büyük ters kanıt.

LHC'deki çarpışmalardan ortaya çıkabilecek olan mikro karadeliklerin buharlaşmaları, LHC'deki dedektörler içinde gözlenebilinecek. Mikro karadeliklerden çıkan parçacıkların enerjilerinin dağılımını ve mikro karadeliğin kütlesini ölçebildiğimiz takdirde, evrende kaç ekstra boyut olduğunu da öğrenebiliriz… Belki bundan on yıl sonra CERN'deki bilim insanları insanlığa ekstra boyutları keşfettiklerini duyurduklarında neler hissedeceksiniz?

En küçüğün ve en büyüğün bir türlü bulunamadığı büyük bir yaradılış efsanesi içinde yaşıyoruz. İşte bu gizemli kâinatta karadelikler yerlerini alıyorlar. Evreni kavrayamamak insana büyük bir ürperti verse de, merakımızı da kamçılıyor. Bu sırları çözebilecek miyiz ve daha önemlisi çözdüğümüz zaman anlayabilecek miyiz?

Kaynaklar
Arkani-Hamed, N., Dimopoulos, S., Dvali, G.R., *Physics Letters*, B429:263-272,1998
Crelinsten, J., *Einstein's Jury,* Princeton University Press, s.89-90, 2006
Ghez, A.M. et al., *Astrophysical Journal,* 689:1044-1062, 2008
Hawking, S.W., *Communications in Mathematical Physics*, 43:199-220,1975
Hertzsprung, E., *Astrophysical Journal*, 45:285-292, 1917
Randall, L., Sundrum, R., *Physics Review Letters*, 83:3370-3373,1999
http://chandra.harvard.edu/photo/2010/sgra/



Samanyolu'nun kalbindeki karadeliğin etrafındaki yıldızların hareketleri 13 yıl boyunca titizlikle takip edildiğinde bu resim ortaya çıktı. Yıldızlardan bazılarının hızı 5000km/saniyeye varıyor. Yıldızların hareketlerinden merkezdeki karadeliğin kütlesinin güneşimizin 4 milyon katı civarında olması gerektiği bulundu.



Dr. Melahat Bilge Demirköz, İstanbul Amerikan Robert Lisesi'ni bitirdikten sonra, burslu olarak gittiği MIT'de fizik bölümünü müzik ve matematik bölümlerinden sertifika alarak 2001 yılında bitirdi. MIT'de yaptığı lisans ve yüksek lisans araştırmalarında AMS projesinde görev alarak NASA ile AMS projesinde toplam dört yıl çalıştı. Doktorasını Dorothy Hodgkin bursunu alarak Oxford Üniversitesi'nde ATLAS projesinde üç yılda tamamladı. 2006 yılında Research Fellow unvanıyla CERN'ün elemanı olarak kabul edildi. CERN'deki görevine Cambridge Üniversitesi'nden sonra Barselona Üniversitesi adına devam etmektedir.

Dr. Özlem İkinci

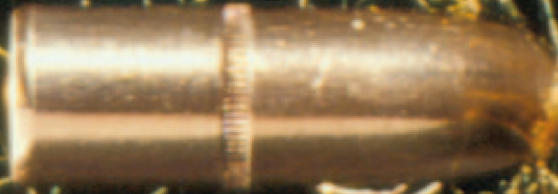
Plastikten Esnek, Çelikten Dayanıklı

Sırrı Çözülemeyen Biyopolimer

Örümcek İpeği

Örümcekler 400 milyon yıldır ipek üretiyorlar. Ancak birçok mühendis, biyolog, doğa ve malzeme bilimci bu mucizenin gizemini hâlâ çözemedi. Doğal bir biyopolimer olan örümcek ipeği saç telinden ince, pamuktan hafif, plastikten esnek ancak çelikten beş kat sağlam. Aynı zamanda biyobozunur, çevre dostu ve tamamen geridönüşebilir. Tüm bu özelliklere sahip örümcek ipeğini yapay olarak üretmek mümkün olursa, endüstri ve tıp alanlarında devrim niteliğinde uygulamalar bekleniyor.

>>>



Araştırmacılar endüstride ya da günlük hayatta kullanılabilecek dayanıklı, güçlü ama aynı zamanda hafif yeni malzemeler tasarlama ve araştırma çabasında. Bu özelliklerin tümüne sahip bir malzeme henüz laboratuvar ortamında elde edilmiş değil, ancak doğada mevcut: "örümcek ipeği". Örümcek ipeği bir biyopolimer. Doğal, çevre dostu ve tamamen geridönüşebilir olması, bu malzemeyi araştırmacılar için cazip kılan diğer özellikler. Yapay olarak üretilebilirse tıp ve endüstride devrim yaratacak yeniliklerin önünü açacak. Bunlardan bazıları: Doku uyumlu yapay tendon ve bağların üretimi, hassas ameliyatlar için biyobozunur ve alerji yapmayan ameliyat ipliği üretimi, dayanıklı tekstil ürünleri, kurşun geçirmez zırh, paraşüt ipi, optik ve elektro-mekanik kablo üretimi.

SPL

400 Milyon Yıllık Sır

Örümcekler 400 milyon yıldır ipek üretiyor. Ancak bilim insanları, çelikten beş kat sağlam, plastikten iki kat esnek aynı zamanda su geçirmeyen bu doğa mucizesinin sırrını hâlâ çözebilmiş değil.

Örümcekler ipeklerini başta hayatlarını sürdürmek olmak üzere birçok amaç için üretiyor. İpek iplikleriyle ördükleri ağ sayesinde avlanıyor, çevresinde oluşturdukları ipekten koza sayesinde yumurtalarının zarar görmemesini sağlıyorlar. Birçok örümcek yaşamlarına ipek içerisinde kundaklanmış olarak başlıyor. İpek sayesinde hava akımını yakalayıp yuvalarından uzaklaşarak ilk gezintilerine de çıkabiliyorlar. Örümcek ipeğinin özellikleri örümcek cinsine göre farklılık gösterebiliyor. Bazı örümcekler, kendi türlerine özgü farklı kimyasal ve fiziksel özelliklere sahip ipek üretebiliyorlar.

Örümceklerin avları için bir tuzak olan ve ipek ipliklerden meydana gelen ağ, yapışkan bölümleri ve kubbemsi, hamak ya da yumak şeklindeki özel tasarımlarıyla uçan böcekleri bile avlayabilecek özellikte.


Jupiterimages

Örümcekler sistematik sınıflandırmaya göre eklem bacaklılar (*Arthropoda*) şubesinin, örümceğimsigiller (*Arachnida*) sınıfında yer alıyor. Bilinen 39.000'den fazla örümcek türü var. Ağızlarının önünde iki zehir çengeli (keliser) ve iki his ayağı (pedipalp) yer alıyor. Göğüs-baş bölgesiyle karın bölgesi arasında dar bir bel kısmı bulunuyor. Baş ve göğüs kaynaşmış durumda. Göğüslerinde ise gelişmiş dört çift yürüme bacağı, bunların uçlarında da tarak gibi dişli iki çengel yer alıyor. Baş bölgesindeki 6-8 adet basit gözün yapısında mercek, retina ve optik çubukları bulunuyor. Örümceklerin sistematik sınıflandırılmasında gözlerin dizilimi önem taşıyor. Başlıca besinleri böcekler olan örümcekler, avlarını keliserlerden salgılanan zehirle öldürüyorlar.


SPL

Genetiği değiştirilen bitkilerden elde edilen örümcek ipeği ile dokunan kemer. İpek proteinlerinin üretiminden sorumlu örümcek genlerinin bitkilere transfer edilmesi ve bitkilerin örümcek ipeği proteinini üretmesi ile ilgili çalışmalar sürüyor. (Solda)

Havayla Temas Edince İplik Oluyor

Bütün örümcekler ağ yapmıyor, ama hepsi en azından yumurtalarını koruma amacıyla yumurtalarının çevresine koza yapıyor. Örümcekler ağ yapmak için özelleşmiş üç çift örü memesine, her örü memesinde de sayıları yaklaşık 2 ile 50.000 arasında değişen ince kanalcığa sahip. Bu kanalcıklardan dışarı çıkan yapışkan ve sıvı madde havayla temas edince iplikçik halini alıyor. Örümcek iki arka bacağının üzerindeki özel taraklarla salgılanan ipliği eğiriyor. Birçok örümcek, ağlarını protein kaynağı olarak kullanıyor ve ağın ana iplik dışındaki bölümünü yiyor. Dolayısıyla ağ yapımı periyodik olarak tekrarlanıyor.

Ağ yapacak olan bir örümcek önce yüksek bir yere tırmanır ve ağın ucunu bulunduğu noktaya yapıştırır. Sonra ipek iplik yardımıyla aşağı süzülürek ulaştığı bir dalla bağlantı kurar. Ardından o iplik üzerinde gidip gelerek ağı kalınlaştırır. Daha sonra vücudundan çıkmakta olan ipliğin bir ucunu ilk ipliğe tutturarak kendini boşluğa bırakır. Bu yolla birkaç gidiş gelişte ağın iskeleti meydana gelir. Bundan sonra iskeletin merkezi çevresinde halkalar yaparak ağı tamamlar.

>>>


Genetiği değiştirilen bitkilerden üretilen örümcek ipeği yığını

SPL

New York'taki Amerikan Doğa Tarihi Müzesi'nde 1 milyondan daha fazla sayıda örümcekten elde edilen ipek fiberleriyle dokunmuş 3 x 1,2 metre büyüklüğündeki çok ender rastlanır bir kumaş görenleri büyülüyor. Yetmiş kişi, dört yıl boyunca altın sarısı renkte ipek fiberi üreten *Nephila clavipes* cinsi örümcek toplarken, 10-15 kişi de her bir örümcekten 24,38 metre örümcek ipeği izole etmiş. Örümceklerin insanları ısırması nedeniyle örümcek toplamak için gönüllü bulmak da hayli zor olmuş. İpek eldesinden sonra, toplanan örümcekler yeniden ipek üretmeleri için doğal hayatlarına bırakılmış.

Jupiterimages

Üretmek Mümkün mü?

Saç telinden ince, pamuktan hafif ama aynı zamanda çelikten sağlam biyobozunur örümcek ipeğini çok miktarda ve orijinaline eş özellikte üretmenin yolları araştırılıyor. Eğer bu mümkün olursa pek çok sanayi dalında ve tıpta kullanılması planlanıyor.

Aslında örümcek ipeği elde etmenin olası üç yolu var. Birincisi ipeği örümceklerden özütlemek. Ancak bu çok etkili ve pratik bir yöntem değil. Çünkü toplanan örümcekler bir arada olduklarında birbirlerini yeme eğilimi gösteriyorlar. Bu nedenle bilim adamları kimyasal olarak ya da rekombinant DNA teknolojisini kullanarak örümcek ipeği üretmeye çalışıyor. Örümcek ipeği proteinlerinin aminoasit dizilimleri çözülmüştür, ancak kimyasal olarak örümcek ipeği sentezlemenin zorluğu örümceğin ipeği ürettiği anda ipeğin sıvı olması ve havayla temas eder etmez katı hale dönüşmesidir. Bu süreci çözmek ve laboratuvarda gerçekleştirmek henüz tam olarak başarılamadı. Örümcek ipeğinin yapısında spidroin 1 ve spidroin 2 olmak üzere iki tip protein bulunması ve bu iki protein üzerinde ayrı ayrı çalışmak gerekmesi yapılan araştırmalarda karşılaşılan zorluklardan bir diğeri.



SPL

Ürettikleri ipeği toplamak amacıyla *Nephila* cinsi örümcekler karın bölgelerinden özel çerçevelere tutturulmuş. İpek bir tele bağlı olarak küçük bir motor yardımıyla sarılıyor. Bu yöntemle bir örümcekten bir saatte 180 metre ipek elde edilebiliyor.

Rekombinant DNA teknolojisi kullanılarak yapılan araştırmalarda da bazı kısıtlamalar var. Örneğin rekombinant bakteri ve maya kullanılarak ancak az miktarda üretilebilen ipek proteininin sürekli ve kararlı olması da sağlanamıyor. Dolayısıyla bu yöntemle endüstri uygulama-



Jupiterimages

1 Kg İpek İçin 1,3 Milyon Örümcek

Çok eskiden beri örümcek ipeğinden birçok alanda yararlanılmış. Antibiyotik özelliğine, yaraların iyileştirilmesini ve kanın pıhtılaşmasını sağlamak gibi özelliklere sahip olduğuna inanılan örümcek ağı, Yunanlılar tarafından kanın akışını durdurmak amacıyla kompres olarak da kullanılıyordu. Yeni Gine'deki bazı kabilelerde örümcek ipeğinden oluşan ağın yağmurdan korunmak için şapka olarak kullanıldığı biliniyor. Endonezyalıların da örümcek ipeğinden dokunmuş kumaşları vardır. Bazı Güney Pasifik Adaları'nın yerlileri de balık avlarken örümcek ağı kullanırmış.

18. yüzyılda Fransa'da yaşamış Bon de Saint-Hilaire örümcek ipeğinden kumaşın, çorap ve eldiven dokunmasının mümkün olduğunu göstermiş, ancak 1 kg ipek elde etmek için 1,3 milyon örümceğe gerek duyulması nedeniyle bunun çok da pratik olmadığı görülmüş. 1709 yılında Fransız doğa bilimci Rene-Antoine Ferchault de Reaumur'un örümceklerin ipek üretiminde kullanılmaları konusunda yazdığı bir makale, o zamanki Çin İmparatoru Kang-he tarafından büyük takdir toplamış ve Çinceye çevirtilmiş. 1860'larda, aynı zamanda iç savaşta cerrah olarak görev yapmış olan Burt G. Wilder, *Nephila clavipes* cinsi örümcek ve örümcek ipeği ile ilgili çalışmalarını içeren birçok makale yayımlamış. Hatta örümcek yakalamak için bir mekanizma bile oluşturmuş, ancak o da Bon de Saint-Hilaire gibi yeteri kadar ipek elde etmek için gerekli örümcek miktarının farkına varınca bu işten vazgeçmiş.

larında kullanılabilecek üretim yapılması henüz söz konusu değil. Kanada'da bir biyoteknoloji firması örümcek ipeği genini keçilere aktararak ipek liflerini bu yolla üretmeye çalışmış. Keçiden elde edilen sütteki ipek proteini izole edilerek lif haline getirilmiş. Elde edilen ipeğin gerçek örümcek ipeğine benzediği gözlenmiş, ancak 1 litre sütten 2-15 gram ipek elde edilmesi henüz istenilen aşamaya gelinemediğini gösteriyor.

Örümcek ipeği üretiminden sorumlu genleri bakteriye transfer ederek örümcek ipeği proteinlerinin aynısını üretme deneylerini devam ettiren araştırmacılar, proteinlerin ipek ipliklerine dönüşümünü sağladıktan sonra bu ipliklerin mekanik özelliklerini test edecekler. Çabalar, proteinlerin dayanıklılığını arttırmak, doğal ipek proteini ile yapay olarak üretilen ipek proteinleri arasındaki farkları yok etmek ve bakterilerin üretim hızlarını artırabilmek yönünde.

Bir tarafta yapay örümcek ipeğini endüstriyel kullanım için üretme çabası sürerken diğer taraftan da Max Planck Enstitüsü ve Luther Üniversitesi'ndeki araştırmacılar çelikten daha sağlam olan örümcek ipeğine az miktarda metal ekleyerek daha da güçlü ve dayanıklı yapmayı başardılar. Topladıkları örümcek ipeklerini vakum tankında kuruttuktan sonra önce metal buharına ardından su buharına maruz bıraktılar. Bu işlemi yüz kez tekrarlarken her tekrar arasında bazı ipek fiberlerini mekanik teste tabi tuttular. Dietilçinko, trimetilaliminyum ve titanyum izopropoksit olmak üzere farklı üç metal kullanan araştırmacılar, metallere maruz bırakılmayan ipek fiberlerine göre metale maruz bırakılanların (özellikle de titanyum kullanıldığında) 8 kat daha güçlü hale geldiklerini gözlemlemişler. Böylece metal eklenerek daha da sağlamlaştırılan ipek fiberlerinden cerrahide kullanılabilecek, ileri teknoloji ürünü pek çok tıbbı malzeme ve çok sağlam tekstil ürünleri de üretilebilecek.


Jupiterimages

Protein Olmasına Rağmen Parçalanmıyor

Bu doğal ürünün şaşırtıcı özelliklerinin kaynağı benzersiz moleküler yapısı.

Farklı türde örümcekler farklı tiplerde ipek üretebiliyor. Ancak örümcek türleri arasında en güçlü ipeğin *Nephila clavipes* ve *Araneus diadematus* türleri tarafından üretiliyor olması nedeniyle bilim insanlarının araştırmaları bu iki tür ve ipekleri üzerinde yoğunlaşıyor. *Nephila clavipes*, 7 farklı salgı bezinden çok çeşitli ipek üretiyor. Draglin ve viscid olarak adlandırılan ipek lifleri ağın merkezindeki ipleri oluşturmak için kullanılıyor.

Örümcek ipeği de diğer tüm ipekler gibi uzun aminoasit zincirlerinden meydana gelen proteinlerden oluşur. Spidroin 1 ve spidroin 2 olarak adlandırılan proteinler draglin ipek liflerinin yapısında bulunur. Bu iki protein yapısının büyük bölümü glisinden (%42) ve alaninden (%25) oluşur, geri kalanı ise tirosin, glutamin, arjinin, serin ve lösin gibi aminoasitler oluşturur. Draglin ipek lifleri, 5-10 aminoasit uzunluğundaki polialanin dizisindeki alanin aminoasitlerinin, glisince zengin aminoasit dizisi boyunca çok iyi bir şekilde düzenlenmesiyle yarı kristal polimerlerden oluşur. Bu alanin aminoasitleri proteinlerin ikincil yapısı olan ve proteine direnç kazandıran beta yaprak konformasyonunu oluşturarak kristal bölgeyi meydana getirirler. Beta yaprak konformasyonu hem spidroin1 hem de spidroin 2 proteinlerinin yapısında yer alır.

Örümcek ipeği protein yapısında olmasına rağmen diğer proteinler gibi doğadaki küf ve bakteriler tarafından parçalanmaz. Bu sürekliliğin nedeni örümcek ipeğinin yapısındaki pirolidin, potasyum hidrojen fosfat ve potasyum nitrattır. Pirolidin ortamdaki suyu bağlayarak ipek ipliklerinin kurumasını önler. Potasyum hidroksit fosfat ve potasyum nitrat ise ipek ipliklerinin asidik ve tuzlu olmasını sağlayarak küf ve bakteri çoğalmasını engeller.


SPL

Argiope bruennichi örümceğinin ipek lifleri

Tıp Ve Endüstride Devrim Yaratacak

Bir bilim ve teknoloji firması, örümcek ipeğinin kimyasal formülünden yola çıkarak, birçok uygulama alanı olan, sağlamlığı ve esnekliğiyle örümcek ipeğinin üstün fiziksel özelliklerine en çok yaklaşan, ama onun kalite açısından biraz daha düşük bir benzeri olan kevları (yani yapay elyaf) üretmiş. Ancak örümcek ipeği kevlardan daha sağlam ve dayanıklı olmasının yanı sıra biyobozunur ve çevre dostu da olduğundan, birçok bilim adamı ve teknoloji firması ipek üzerindeki araştırmalarını sürdürüyor.


SPL

SPL

Henüz bilimsel olarak kanıtlanmış olmasa da araştırmacılar hayvanlar üzerinde yaptıkları çalışmalarda örümcek ipeğinin normalde vücut içerisine yerleştirilen implantların sebep olduğu gibi bir reaksiyona sebep olmadığını görmüşler.
İşte bu nedenle örümcek ipeğinin doku uyumlu yapay tendon ve bağların üretiminde, hassas ameliyatlar için biyobozunur ve alerji yapmayan ameliyat ipliklerinin üretiminde, ilaç salınım sistemlerinde, damar yaralanmalarının tedavisinde ve daha birçok ileri teknoloji ürünü tıbbı malzemenin üretiminde kullanılabileceği düşünülüyor.

Sabahları çiğe maruz kalan örümcek ağının yüzeyi, ipek liflerinin büzüşmesi ile küçülür ve dolayısıyla ağın hasar görmesi önlenmiş olur. Bilim adamları örümcek ipeğinin bu özelliğinden yola çıkarak ıslandığında %50 oranında büzüşme özelliği olduğunu keşfettiler ve şimdi bu mekanizmayı yapay kas oluşturmak için kullanmaya çalışıyorlar. Süper büzülme olarak tanımlanan bu özelliği ile örümcek ipeği, tıpkı insan kası gibi, belli bir oranda hareket edebilme kabiliyetine sahip.
Bu çalışma başarıyla sonuçlanırsa ipeğin robot ve mikroçip teknolojisinde kullanılması da söz konusu olabilir.

Bir malzemenin sağlamlığı ve esnekliği, endüstriyel alanda kullanım şansı bulması açısından çok önemli. Bu özelliklerinden dolayı, ekonomik açıdan da avantajlı olabilecek miktarda yapay örümcek ipeğinin elde edilmesi dört gözle bekleniyor. Örneğin düşük sıcaklıklarda esnekliğini koruma özelliğine sahip olduğu için, farklı sıcaklıklara maruz kalan paraşüt kumaşlarının üretiminde yapay örümcek ipeğinin kullanılmasının ideal olacağı düşünülüyor. Sürdürülmekte olan bilimsel çalışmalar doğrultusunda, örümcek ipeğinden süper dayanıklı tekstil ürünleri, hafif, esnek ve kurşun geçirmez zırh, çelik yelek, miğfer, paraşüt ipi, gemileri bağlamak için hafif halat, lif optik ve elektromekanik kabloları, uçak ve gemi sanayinin dış yapı malzemelerinin üretilmesi de planlanıyor.

Yapılan araştırmalar konusunda araştırmacılar ve bilim-teknoloji firmaları arasında bir rekabet olduğu düşünülüyor. Bu nedenle genellikle bu konuda yapılan çalışmalar ve elde edilen sonuçlar çok da fazla paylaşılmıyor. Ama çabalar gösteriyor ki, yakın bir gelecekte hayatımızın birçok alanında istenilen miktarda ve özellikte üretilen örümcek ipeğini görebileceğiz.

Nephila cinsi örümcek ipeğinin araştırmada kullanmak üzere bir makaraya sarılma düzeneği

Kaynaklar

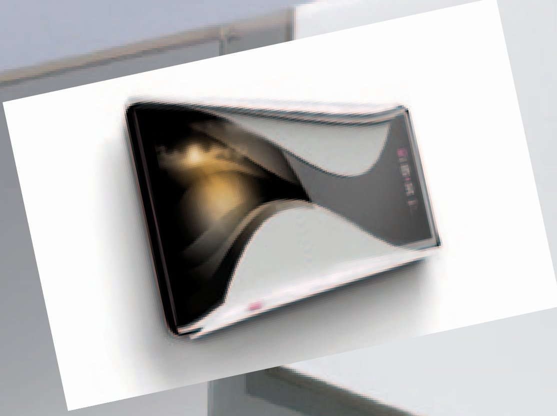
Lewis, R., "Unraveling the weave of spider silk: one of nature's most wondrous chemical structures is being dissected that it can be used in human inventions." *BioScience*, cilt 46, s.636-639, 1996.
Berenbaum, May R. "Spin control (spider silk)" *Sciences*, cilt 35, s.13-16, 1995.
Graham, D., "Synthetic spider silk" *Technology Review*, cilt 97, s.16-18, 1994.
http://www.physorg.com/news62944656.html
http://www.af.mil/news/story.asp?id=123088041
http://tr.wikipedia.org/wiki/%C3%96r%C3%BCmcek
http://physicsworld.com/cws/article/news/38803
http://www.mhhe.com/biosci/genbio/life/articles/article1.mhtml
http://news.discovery.com/tech/spider-silk-artificial-muscle.html
http://www.sciencedaily.com/releases/2006/10/061009031730.htm
http://www.accessexcellence.org/WN/SU/spider.php
http://news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/5172422.stm
http://www.wired.com/wiredscience/2009/09/spider-silk

Alpay Kimyonok

Figen Türksoy

Dr., Kimyager
Uzman Araştırmacı
TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Kimya Enstitüsü

Organik Işık Yayan Cihazlar



Elektriği ışığa dönüştüren OLED'ler (Organic Light-Emitting Diode- Organik Işık Yayan Diyot) hem ekran teknolojisi olarak LCD'lere hem de aydınlatma teknolojisi olarak floresan ve halojen lambalara alternatif olarak sunuluyor. Halen gelişimini sürdüren bir teknoloji olmasına rağmen OLED içeren cihazlar şimdiden piyasadaki yerlerini almaya başladılar. Önümüzdeki 10 yıl içerisinde elektronikte devrim yaratacak OLED ürünlerinin piyasaya sunulması bekleniyor. Örneğin, şu an birçok şirketin üzerinde çalıştığı esnek OLED'lerin üretiminin, katlanabilen ya da rulo haline getirilebilen ekranları cebimizde ya da kolumuzda taşıyabilmemize olanak vereceği öngörülüyor.

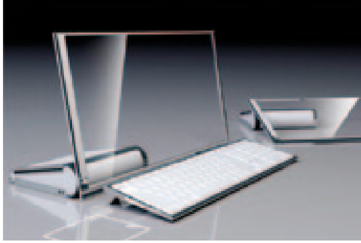
İki farklı elektrottan gönderilen zıt yüklerin birleşmesi sonucu ışık elde edilmesi durumu olan elektrolüminesans, son yıllarda çok popüler bir araştırma konusu haline geldi. 1987 yılında Kodak araştırmacılarının elektrolüminesans özelliğine sahip küçük organik moleküllerden oluşan yüksek verimli OLED'i geliştirmeleri ve daha sonra, 1990 yılında, polimerlerde elektrolüminesansın keşfedilmesi, OLED teknolojisinin gelişimi açısından dönüm noktası oldu. Son 20 yıldır üniversiteler ve endüstriyel şirketler, aydınlatma ve ekran teknolojilerinde mevcut ürünleri yerinden edecek OLED'leri geliştirmenin peşinde ve bu hayal yavaş yavaş gerçekleşiyor. OLED içeren ürünler artık piyasada mevcut. Ayrıca sürdürülmekte olan bilimsel araştırmalar OLED'lerin yaygınlığının gittikçe artacağına işaret ediyor.

Uygulama Alanları

Aydınlatma amaçlı kullanılan enerjinin yaklaşık % 30'u ışık elde etmek için kullanılmakta olup enerjinin önemli bir bölümü ısı şeklinde kayboluyor. Bu miktar zaman zaman % 90 seviyelerine kadar çıkabiliyor. Floresan lambalar, akkor lambalardan yaklaşık dört kat daha verimli olmasına rağmen kullanılan enerjinin önemli bir kısmı hâlâ boşa gitmektedir. Halojen lambalar ve yüksek şiddetli şarj edilebilir lambalar ise sınırlı bir kullanım alanına sahip ve floresan lambalar kadar verimli değiller. Son 30-50 yıl içerisinde kullanılan ışık kaynaklarının veriminde herhangi bir gelişme olması ve bu kaynakları oluşturan teknolojinin de belli bir olgunluğa ulaşmasından dolayı artık da-

>>>

ha az etkili çalışmalar yapılıyor. Bu yüzden yeni ışık teknolojilerinin geliştirilmesi kaçınılmaz oldu. Bu kapsamda, son yirmi yılda ortaya çıkan yeni ışık teknolojilerinden birisi de, var olan ışık kaynaklarından daha fazla enerji verimi elde etme potansiyeline sahip olan, organik ışık yayıcı cihazlardır.





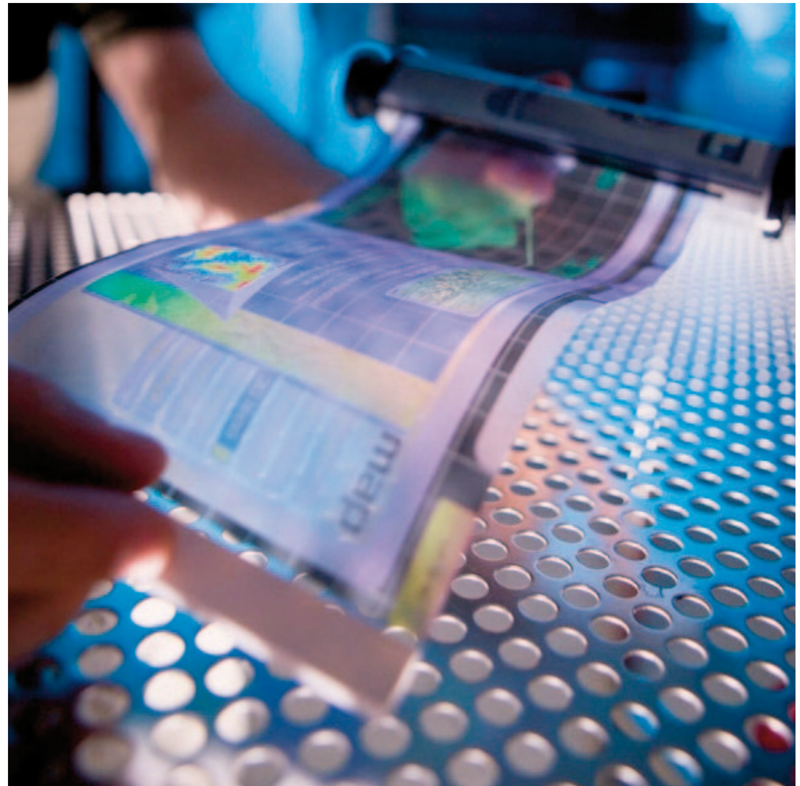


Şeffaf OLED'lerin piyasaya sunulması heyecanla bekleniyor.

OLED hakkındaki literatür bilgileri ve teknik veriler, geleneksel yöntemlere göre aynı miktardaki ışığın üretilmesi için gerekli enerjinin % 50 oranında azaltılabileceğini gösteriyor. Işıklandırma için kullanılan elektrik enerjisi tüketimi % 50'nin altına düşerse tasarruf edilen miktar yaklaşık her yıl için 25 milyar dolar olacaktır. Son zamanlarda yapılan tahminler 2020 yılına kadar elektrik kullanımının % 50'nin altına düşebileceği yönündedir. Bunun doğal sonucu olarak daha az enerji tüketimi için daha az enerji üretimi yapılacak olup sonuçta daha az su ve hava kirliliği meydana gelecektir. OLED'lerde maliyet konusundaki olumsuzlukların çözümlenmesi durumunda yeni ışık kaynağı olarak bu sistemin pazara girmesinin daha kolay olacağı öngörülüyor. OLED'lerin 2-20 V gibi düşük gerilimde çalışması, bu sistemin önemli avantajlarından birisidir ve bu avantaj, genel olarak ışıklandırma uygulamalarında ışık kaynağı olarak OLED'lerin öncelikli alan olmasını sağlayacaktır. Bilimsel araştırmalar değerlendirildiğinde OLED'lerin yakın zamanda akkor kaynakları ile rekabet edebilecek yeterliliğe ulaşacağı öngörülebilir. Deneysel olarak yapılan çalışmalar, OLED'lerin akkor lambalardan daha verimli olduğunu gösteriyor. Ampullerin parlaklık verimi 13-20 lm/W civarındadır, buna karşın son zamanlarda yapılan çalışmalar yeşil ışık yayan OLED'lerin parlaklık verimini 76 lm/W değerine taşımıştır. Parlaklık verimi 50-100 lm/W miktarında olan floresan lambalarla bile rekabet edebilecek OLED gelişimi mümkün görünüyor.

OLED'lerin 7-10 yıl içerisinde diğer ışıklandırma sistemleri ile rekabeti kaçınılmaz olarak öngörülmekte olup bu konuda yüksek performans göstermeleri bekleniyor. Örneğin, klasik ışıklandırma yöntemleri ile 1000 $'lık harcama ile yapılabilecek işlem OLED uygulamasının duvar kâğıdı şeklinde yapılması durumunda yaklaşık 20 metrekarelik bir alan hem kaplanıp hem de aydınlatılabilecektir. Bu uygulama klasik duvar kâğıdı uygulamasından daha pahalı olmasına rağmen ışıklandırmayı da içerdiği için maliyeti, ışıklandırma ve duvar kâğıdı toplam maliyetinden daha düşüktür ve öngörülen 5$'lık birim fiyatın yarısı uygulama için diğer yarısı ise malzeme için kullanılacaktır. Ticari binalarda tavan veya duvar panelleri OLED malzemeleriyle ışıklandırılabilir. Arzu edilen aydınlatma uygulamaya bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Örneğin, floresan lamba ile yapılan bir aydınlatmanın ışık değeri 2500 cd/m^2 iken aynı büyüklükteki OLED uygulaması ile tüm tavan kaplama yapıldığında bu değer 800-850 cd/m^2 düzeyine düşecektir.

Aydınlatma amaçlı kullanım dışında, OLED'lerin piyasada önemli bir yer teşkil edebileceği bir diğer alan ise elektronik gösterge ve ekran uygulamalarıdır. Cep telefonu, dijital fotoğraf makinesi gibi küçük yüzeyli ürünler OLED'lerin elektronik cihaz marketine giriş noktası oldu. Şimdilerde ise Sony ve Samsung gibi devler, makul fiyatlı OLED TV üretmenin peşin-







Sony OLED TV.
Daha büyük ekranlı prototipler de mevcut fakat maliyetleri düşürülmeden yaygınlaşmaları zor.

Philips'in OLED'li tıraş makinesi



de. OLED'lerin piyasaya hakim olan LCD ekranlara göre önemli avantajları var. LCD'lerle kıyaslandığında OLED'ler daha geniş görüntü açısına sahiptir, daha az enerji tüketir, daha hafiftir ve daha canlı renkler sunar. LCD'ler bir ışık kaynağı olmadan çalışamaz. Akkor lambalar, neon lambalar, LED'ler ve hatta OLED'ler LCD ekranlarda ışık kaynağı olarak kullanılabilir. OLED'ler ise kendi ışıklarını üretebildikleri için bir dış kaynağa ihtiyaç duymazlar. Son zamanlarda reklamlarda sıkça gördüğümüz dev ekran televizyonlar LCD veya LED TV'lerdir. LED ve OLED arasındaki ana fark içerdikleri malzemelerin cinsidir. LED'ler indiyum galyum nitrit (mavi ışık), alüminyum galyum fosfat (yeşil ışık), alüminyum galyum arsenit (kırmızı ışık) gibi inorganik yarı iletkenler içerir. OLED'lerin yapı taşları ise organik moleküllerdir. Bunlar küçük organik maddeler, organometalik bileşikler ve polimerler olabilir.

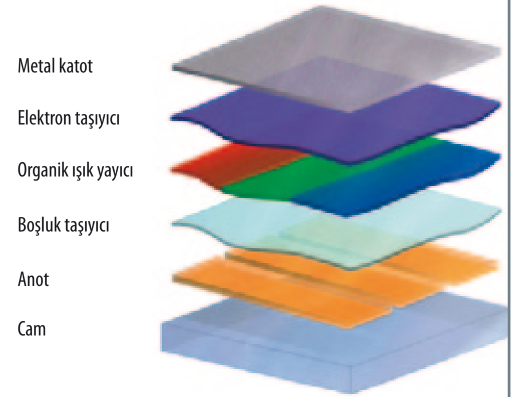
Işığın oluşum mekanizması göz önüne alındığında OLED'ler iki kategoriye bölünebilir: Floresan OLED'ler ve fosforesan OLED'ler. Piyasada hâlihazırda bulunan ürünler floresandır. Fosforesan cihazları ticari hale getirebilmek için hem üniversiteler hem de endüstri yoğun bir faaliyet içerisine girmiştir. Fosforesan cihazlar floresanlara göre yüksek verimle çalışır fakat içerdikleri moleküllerin sentezi masraflı olduğu için cihaz üretim maliyeti daha yüksektir. Bugüne kadar kaydedilmiş en yüksek verimli cihazlar iridyum bazlı olduğundan iridyum bileşikleri fosforesan OLED araştırmalarının odak noktasında bulunuyor. Bir başka önemli araştırma alanı ise polimerlerin OLED uygulamaları. İster floresan ister fosforesan olsun, küçük moleküller ve polimerler arasında fiziksel özellikleri bakımından derin farklar vardır. Kolay işlenebilirlik ve esneklik gibi özellikleri polimerleri yeni nesil OLED'lerin vazgeçilmez bir parçası haline getirecek gibi görünüyor.

Polimerlerin OLED Uygulamaları

Küçük organik moleküllerden oluşan OLED'lerin üretiminde vakumda buhar biriktirme yöntemleri uygulanır. Bu yöntemlerde moleküller buharlaştırılır ve elektrot yüzeyinde yoğunlaştırılarak ince film oluşturulur. Yüksek sıcaklıklara çıkılması, vakum kullanılması gibi sebeplerden ötürü küçük moleküllü OLED cihazlarının üretim maliyetleri yüksektir. Maliyetin düşürülmesi bakımından küçük moleküller yerine polimerlerin kullanılması daha caziptir. Polimerlerin film haline getirilmesi daha kolaydır. Örneğin, dönerek buharlaştırma yöntemi ile polimerlerden ince film üretilebilir. Bu yöntemde polimer çözeltisi dönen bir yüzeye damlatılır ve düşük kaynama noktasına sahip çözücünün buharlaşmasıyla dönen yüzey üzerinde polimerik film oluşur. Çözeltiden film elde etme yöntemleri buhar biriktirme yöntemlerine göre hem daha kolaydır hem daha ucuzdur. Böylece dev ekran televizyonlar veya büyük ışıklı panolar daha ucuza mal edilebilir. Düşük maliyete ek olarak polimerlerin işlenebilirliklerindeki kolaylık, çok büyük yüzeyli cihazların üretimini mümkün

OLED Nasıl Çalışır?

En basit OLED sistemi tek katmanlıdır. Bu sistemde ışık yayan organik katman, katot ve anot arasına sandviç şeklinde yerleştirilir. Çoğu cihazda, cihaz içerisinde üretilen ışığın dışarı çıkmasına olanak vermesinden dolayı şeffaf anot kullanılır. Katot olarak ise gümüş, alüminyum, magnezyum veya kalsiyum gibi metaller kullanılır. Cihaza voltaj uygulandığında eksi yükler (elektronlar) katottan, pozitif yükler (boşluklar) ise anottan enjekte edilir. Bu yüklerin cihaz içerisindeki iletimlerini optimize etmek için ilave katmanlar kullanılabilir. Örneğin elektron taşıyıcı (ETL-electron transport layer) ve boşluk taşıyıcı (HTL-hole transport layer) katmanlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Işık oluşumu yüklerin ışık yayan katmanda (EL-emissive layer) hapsedilmesine bağlıdır. Bu hapsedilme sonucunda zıt yükler arasındaki elektrostatik kuvvetler nedeniyle elektron-boşluk bağlanması meydana gelir. Bu elektron-boşluk çiftinin birleşmesi sonucu ortaya çıkan enerji ışık oluşumuna neden olur. OLED'lerde EL olarak kullanılan malzemeler küçük organik moleküller, polimerler ve organometalik bileşiklerdir. Bu malzemeler seçilirken, ışık yerine ısı oluşması cihazın verimini düşürdüğünden elektron-boşluk çiftinin birleşmesi sonucu ortaya çıkan enerjinin ne kadarının ışığa dönüştüğüne dikkat edilmesi gerekir.



kılmaktadır. Ayrıca polimerlerin esneklik özelliği, bükülebilir cihazların yapımına olanak verir. Polimerlerin bir başka avantajı ise çok fonksiyonlu olmalarıdır. Polimerler birden fazla aktif grup içerebilir, böylece malzeme değişik katmanların özelliklerini bünyesinde barındıran tek bir katman olarak kullanılabilir ve cihaz yapısı sadeleştirilebilir.

Polimerlerin OLED'lerde en önemli uygulama alanlarından biri ışık üreten malzeme olarak kullanımlarıdır. Philips'in OLED göstergeli tıraş makinesi bir polimerin ışık yayan malzeme olarak kullanıldığı ilk ticari ürünlerdendir. Cihazda turuncu ışık veren bir polimer kullanılmış. Ne yazık ki cihazın çalışma verimi yüksek olmadığından tıraş makinesi pek başarılı bir ürüne dönüşemedi. Yine de bu, polimerlerin OLED'lerde kullanılabileceğini göstermesi bakımından önemli bir örnek oldu. Halen çok sayıda polimer OLED'lerde ışık yayan katman olarak denenmektedir ve yakın gelecekte piyasada daha çok yer edinecek gibi görünüyorlar. Polimerler, OLED'leri meydana getiren diğer katmanlarda da kullanılabilir. Bunun için, istenilen özellikte molekülleri polimer zincirine bağlamak yeterlidir. Örneğin, ışık yayan bir molekül kullanılırsa polimer ışık yayan katman olarak kullanılır; elektron taşıyıcı özelliğe sahip bir molekül kullanılırsa polimer elektron taşıyıcı katman olarak kullanılır.

OLED'ler genellikle bir cam yüzey üzerinde imal edilir. Su ve oksijen geçirmezlik özelliği camı OLED'ler için ideal bir koruyucu kaplama malzemesi haline getirir. Öte yandan esneklik göz önüne alındığında polimerler öne çıkar. Cam yerine kullanılabilecek koruyucu polimerler arasında PET şişelerden bildiğimiz polietilen tereftalat ve binalarda, araçlarda ve gözlüklerde kırılmayan cam olarak kullanılan polikarbonat sayılabilir. Tabii bunlara ek olarak daha birçok polimer türü OLED kaplama malzemesi olarak denenmektedir. Polimerlerin su ve oksijen geçirgenliğinin camdan kat be kat fazla olduğu düşünülürse uygun malzemenin geliştirilebilmesi daha vakit alabilir. Kıvrılabilir-katlanabilir OLED'lerin üretimi hem aydınlatma hem de ekran teknolojisinde çığır açacak bir yenilik olacak. Bükülebilir OLED'lerin üretimi şu anki teknolojiyle mümkün, fakat rulo yapılabilecek esneklikte ve dayanıklılıkta cihazların piyasaya sürülmesi için biraz daha beklememiz gerekecek.

Organik ışık yayan cihazlar büyük bir sektör olma yolunda ilerliyor. Önümüzdeki 5 yıl içerisinde OLED aydınlatma marketinin 4 milyar avroluk bir hacme ulaşması bekleniyor. OLED TV marketinin ise 5 yıl içinde 1,5 milyar avronun, 10 yıl içindeyse 7,5 milyar avronun üstüne çıkması muhtemel. Bu hedeflere ulaşma yolunda, yüksek parlaklıkta yüksek verimle çalışan, uzun ömürlü ve düşük maliyetli cihazların üretimi için çalışmalar tüm hızıyla devam ediyor. Hükümetler, OLED teknolojisinin gelişimi için hem özel sektöre hem üniversitelere kaynak aktarıyor. Avrupa Birliği, 7. Çerçeve kapsamında, bu konuda faaliyet gösteren şirketlerin ve üniversitelerin işbirliği için her yıl milyonlarca avroluk projelere destek veriyor. Türkiye'de ise özel sektörün desteğinden yoksun üniversite odaklı çalışmalar gözleniyor. Ayrıca, TÜBİTAK bünyesinde, Kimya Enstitüsü ve Ulusal Metroloji Enstitüsü işbirliğinde, Devlet Planlama Teşkilatı'nın kaynak yarattığı bir proje de hâlihazırda devam ediyor.



GE patentli OLED yılbaşı ağacı.



Bükülebilir OLED'ler üretilmekte ancak kaleminizin içinden çekip çıkarabileceğiniz ekranlar için henüz erken.



Kaynaklar
Li, Z., Meng, H., *Organic Light-Emitting Materials and Devices*, Taylor & Francis, 2007.
http://www.universaldisplay.com
"Business and Market Strategies for Organic and Printable Electronics", *Plastic Electronics*, Cilt 2, Sayı 4, 2009.
"Organic Light-Emitting Diodes (OLEDs) for General Illumination", *Optoelectronics Industry Development Association,OIDA Technology Roadmap*, 2002.

Mehmet Saçak

Geleceğin Yeni İletken Malzemeleri

İletken Polimerler



>>>

Kuvvet uygulandığında şeklini değiştirmeyen, sert ve dayanıklı masa, sandalye, merdiven, pencere gibi katı eşyaları nelerden yapabiliriz? Bu sorunun yanıtını biraz düşünerek ve etrafımızdaki maddeleri inceleyerek verebiliriz. Yanıtımız ya taş, tuğla, çimento gibi maddeleri kapsayan *seramik malzeme grubu* ya çelik, alüminyum, demir gibi maddeleri kapsayan *metaller grubu* ya da *polimerler* olacaktır (sert malzemeleri ağaçtan da yapmak olasıdır, ancak ağacın temel yapısı da bir polimer olan *selüloz*dur ve selüloz doğada en bol bulunan polimerdir).

Polimerlerin, seramik ve metal malzemelere göre yumuşaklık, belli sıcaklık aralıklarında kullanılabilme, yetersiz mekanik özellikler gibi bazı zayıf yönleri vardır. Ancak hafiflik, kolay şekillenme, karmaşık geometrilerde şekillenebilme, değişik amaçlara uygunluk, estetik görünüm, kimyasal maddelere dayanım, korozyona uğramama, esneklik gibi özellikleri ile de seramikten ve metallerden tartışmasız üstündür. Örneğin, polimerlerden yapılmış tek kullanımlık şırıngalar, kan alma tüpleri gibi sağlık malzemelerinin sağladığı kalite, kullanım kolaylığı ve hijyen başka bir madde grubundan beklenemez.

Polimerler Elektriği Yeterince İletir mi ?

Bu sorunun yanıtı 1977 yılına kadar "hayır" idi. Bu kanı hemen hemen herkes tarafından benimsenmişti. Polietilen, poli(vinil klorür), polistiren, polipropilen gibi geleneksel polimerler 1977 yılına kadar, elektriksel yalıtkanlığı iyi maddeler olarak bilinmiş, bu özelliklerinden dolayı elektriksel yalıtkanlığın arandığı alanlarda yaygın olarak kullanılmışlardır, hâlâ da kullanılırlar. Örneğin elektrik kablosu üretiminde bakır teller poli(vinil klorür) ile kaplanarak elektriksel izolasyon sağlanır.

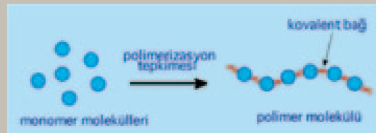
Günümüzde en fazla tüketilen polimerler arasında polietilen, poli(vinil klorür), polistiren, polipropilen, poliakrilonitril, poli(etilen teraftalat), poliamitler, epoksiler, poliüretanlar, akrilatlar, fenolikler sayılabilir. Sözü edilen polimerler birer yalıtkandır ve elektriksel iletkenlik düzeyleri de yalıtkanlar bölgesi içindedir. Polietilen ve polistirenin elektriksel iletkenlik değerleri 10^{-18} Siemens/metre (S/m) dolayındadır. Sulu tuz çözeltilerinin 1 S/m iletkenlik gösterebildiği göz önüne alınırsa, geleneksel polimerlerdeki iletkenliğin düşüklüğü daha iyi yorumlanabilir.

Polimer nedir?

İletken polimer ifadesindeki iletken kelimesi elektriksel iletkenliği vurgular ve anlamı açıktır. Polimer kelimesini ise günlük konuşmalarda hiç kullanmayız, televizyon programlarında fazlaca işitmeyiz ve gazetelerde de sık sık karşılaşmayız. Polimer nedir? Polimerlere yönelik ön bilgi vermek, elektriği iletebilen polimerleri anlamak açısından yararlı olacaktır.

Polimerler aslında yakından tanıdığımız, daha çok *plastik* adı ile bildiğimiz maddelerdir. Farkına vararak ya da varmadan sürekli kullandığımız, polimerlerden yapılmış ürünleri her yerde görmek olası. Bu ürünler alışveriş ve buzdolabı poşetlerinden otomobil tamponlarına, lastiklerine ve ön panellerine; plastik sandalyelerden ve masalardan tek kullanımlık şırıngalara ve eldivenlere; su, kola gibi içeceklerin, deterjanların ve başka temizlik malzemelerinin konduğu kaplardan değişik amaçlarla kullanılan boya ve yapıştırıcılara kadar geniş bir yelpazeyi kapsar.


Polimerler farklı alanlarda kullanıma yatkın malzemelerdir



Monomer molekülleri, polimerizasyon tepkimeleri ile birbirlerine bağlanarak iri polimer molekülleri oluşturur.



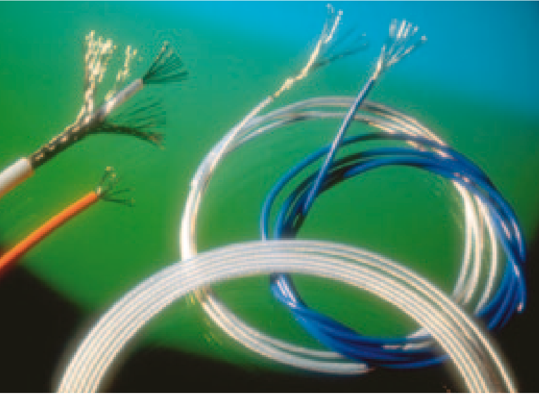
Oda koşullarında su gibi şeffaf ve sıvı halde bulunan stiren kimyasalından, sert polistiren polimeri elde edilir.

Polimer molekülleri *monomer* adı verilen çok sayıda küçük molekülün kovalent bağlarla birbirlerine bağlanması ile oluşur. Bir polimer molekülünde onlarca, yüzlerce, binlerce monomer birimi bulunabilir. İri polimer molekülü bir *zincire*, monomer molekülleri ise zinciri oluşturan *halka*lara benzetilebilir. İri yapıları nedeni ile polimerlere ayrıca *makromoleküller* adı da verilir.

Binalarda ısı ve ses yalıtımı amacıyla kullanılan, genelde beyaz ve pembe olan köpük levhalar, stirenin polimerizasyonu ile elde edilen polistiren polimerinden üretilir. Yoğurt ve ayran kapları da polistiren polimerinden yapılır. Polistiren üretiminin temel girdisi olan stiren monomerleri, birbirlerine kovalent bağlarla bağlanır ve iri polistiren zincirine dönüşür. Oda koşullarında su gibi şeffaf ve sıvı halde bulunan stiren kimyasalı, polimerizasyon sonucu sert polistirene dönüşür.

Staudinger adlı bilim adamı ilk kez 1920'deki bir sempozyumda, bazı maddelerin moleküllerinin, geleneksel ve bilinen kimyasal maddelerin moleküllerinden çok büyük olabileceği görüşünü ortaya attı. Bu görüş, ancak 10 yıl sonra bilimsel verilerle desteklenerek kabul edildi ve 1930'lu yıllarda polimer kelimesi kullanılmaya başlandı. Polimer kimyasındaki gelişmelere bağlı olarak zaman içinde farklı yapıda ve özelliklerde çok sayıda sentetik polimer sentezlendi ve dünya toplam plastik tüketimi 1980'li yılların başında dünya toplam çelik tüketimini geçti.

Polimerlerin hafiflik, korozyona uğramama gibi üstün özellikleri ile metallerin yüksek elektriksel iletkenliği bir tek malzemede toplanabilir mi? Bu her zaman ilgi çeken ve üzerinde araştırmalar yapılan bir soru olmuştur. Polimer-metal ikilisinden birlikte yararlanmaya yönelik ilk denemelerden biri, polimerlere metal tozlarının ya da parçacıklarının katılmasıdır. Yeni malzemede iletkenliği polimer örgüsüne sokulan metal faz sağlar, polimer ise metal faz için taşıyıcı faz işlevi yapar. Örneğin, gözenekli yapıdaki gümüş metal tozları ile epoksi grubu polimerlerden hazırlanan kompozitlerde, elektriksel iletkenlik yanında termomekanik özellikler de iyileşir. Bu kompozit, elektronik eşyaların ambalajlanmasında kullanılabilir. Ticari üretimi yapılan iletken yapıştırıcıların hazırlanmasında epoksi-platin pullarının ve poli(vinil asetat)-gümüş tozlarının kullanılması bu yaklaşımın diğer örnekleridir. Ayrıca karbon tozu, karbon nanotüpler türü katkılarla da polimerlerin iletkenlikleri artırılmaya çalışılır.



Kablo üretiminde polivinilklorür kaplama ile elektriksel izolasyon sağlanır.

İletken Polimer Nedir ?

Polimerlerin içine iletken metal tozları, karbon nanotüpler gibi maddeler karıştırılarak hazırlanan malzemelerde, polimerin kendisi yalıtkandır ve hazırlanan malzemelerin iletkenliği de yüksek değildir. *İletken polimer* kavramı, elektriği kendi örgüsü içerisindeki elektronlar üzerinden (*elektronik iletkenlik*) yeterli düzeyde iletebilen polimerler için kullanılır. Bir polimerin kendisi elektriği doğrudan elektronik yolla iletebilir mi?

Polimerlerin kendi elektronları üzerinden yeterli miktarda elektrik iletebileceğine yönelik ilk bilgi, *poliasetilen* üzerinde yapılan çalışmalardan elde edildi. Shirakawa, Hegeer ve MacDiarmid 1977 yılında yayımladıkları bilimsel bir makalede, uzun yıllardır iyi bilinen ve normalde siyah toz halinde olan poliasetilenin iyot, flor ve klor buharlarına tutularak yükseltgendiğinde, iletkenliğinin 10^9 kat artarak 10^5 S/m düzeyine çıktığını belirttiler. Metaller düzeyinde elektriksel iletkenliğe sahip ilk polimerin sentezlendiği 1977 yılı, iletken polimerler için bir başlangıçtır, anahtar yıldır. Shirakawa, Hegeer ve MacDiarmid bu çalışmalarından dolayı 2000 yılı Nobel Kimya Ödülü'nü aldılar. Üniversitelerde ve diğer araştırma merkezlerinde yapılan çalışmalara parelel olarak, 1980'in başlarında iletken polimerler yeni bir endüstri dalı haline geldi. Son yıllarda, farklı uygulamalarda kullanılabilecek iletken polimer temelli ticari ürünler pazarda yerini almaya başladı.

Polimerlerde Elektriksel İletkenliğin Koşulları Nelerdir?

Polimerlerin kendilerinin elektronik iletkenlik gösterebilmesi için polimer örgüsünde elektronların zincir boyunca taşınmasını sağlayan, uygun yerler bulunmalıdır. Bu koşulu, ana zincirinde *konjuge bağlar* (karbon atomlarının ardışık, tek ve çoklu bağlar ile birbirlerine bağlandığı yapılar) bulunan polimerler sağlayabilir. Bu nedenle, *konjuge bağ yapısı* polimerlerde elektriksel iletkenlik için aranan ilk koşuldur.

Örneğin konjuge çift bağ, karbon atomunun ardışık tek ve çift bağ ile birbirlerine bağlandığı bir yapıdır. Konjuge yapıdaki tek bağlar *sigma* bağlarıdır, sağlam olan bu bağlarda elektronlar lokalize olmuştur, zincir boyunca hareket yetenekleri yoktur ve yerleri bellidir. Çift bağlar ise bir *sigma* ve bir *pi* bağından oluşur. *Pi* bağında elektron lokalizasyonu *sigma* bağına göre daha zayıftır, ancak bu zayıflık polimeri yeterince iletken yapmaya yetmez. Konjuge yapıdaki polimerler belli düzeyde iletkenlik gösterseler de, iletkenlik değerleri metallerdeki iletkenlik düzeyinden çok uzaktır.

Yüksek elektriksel iletkenlik için konjugasyonun yanı sıra polimer zinciri üzerinde serbest şekilde hareket edebilen *yük taşıyıcılar* oluşturulması da gerekir. Yük taşıyıcılar iki yöntemle oluşturulur. Yöntemlerden biri polimerden elektron alarak polimeri *yükseltgemek,* diğeri ise polimere elektron vererek polimeri *indirgemek*tir. Her iki yaklaşım da henüz Türkçe karşılığı yerleşmemiş *katkılama* (*doping*) adı ile bilinir.

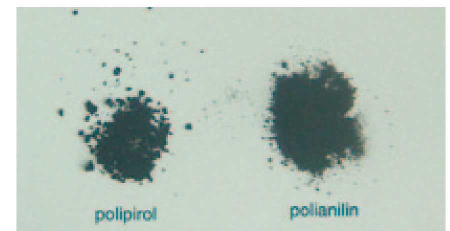
Örneğin bir polimer bir yükseltgen madde (örneğin A) yardımıyla yükseltgenirse, polimer zincirden 1 elektron kopar ve zincir üzerinde artı yük boşluğu oluşur. Komşu bir elektron bu yük boşluğuna kolayca atlar ve geldiği yerde yeni bir yük boşluğu bırakır. Bu işlemler ard arda zincir boyunca yinelenerek elektron taşınır ve elektrik iletilir. Polimer zincirleri arasındaki iletim ise bir zincirdeki elektronun bir başka zincirdeki artı yük boşluğuna atlaması ile sağlanır.

Polimer zinciri boyunca yükün nasıl taşındığı, uzun bir koridoru doldurmuş insanlar örneği ile daha iyi anlaşılabilir. Koridor polimer zincirini, koridordaki kişiler de elektronları temsil etsin. Koridor tamamen dolu iken, koridoru dolduran kişiler herhangi bir yöne hareket edemez. Koridorda herhangi bir yerde bir kişilik boş yer var ise (katkılama ile gerçekleştirilen işlem) koridorun giriş kapısına yakın bir kişi, koridorda bulunanların birer adımlık hareketleri ile oluşacak boş yerleri kullanarak, çıkış kapısına doğru ilerleyebilir.

Bazı İletken Polimerler

Poliasetilen sentezlenen ilk iletken polimerdir, iletkenlik düzeyi metaller kadar yüksek bir polimer olmakla birlikte hava ve neme karşı duyarlıdır. Atmosfer koşullarında bozunur ve iletkenliğini hızla

Kimyasal yöntemle genelde toz halinde iletken polimer elde edilir.



kaybeder. Zaman içerisinde yapılan araştırmalar sonucunda çok sayıda yeni, iletken polimer türü sentezlendi ve özellikleri araştırıldı. İletken polimerlerin iletkenlik değerleri, sentez koşulları ve polimer türü ile yakından ilgilidir. İletkenlikleri, yalıtkanlar (örneğin cam) ile metalik iletkenler (örneğin bakır) arasında geniş bir bölgeyi kapsar ve 10^{-10}-10^{8} S/m aralığında değişir.

İletken polimerlerden, atmosfer koşullarındaki kararlılıkları ve iletkenlik değerleri ile öne çıkanlar arasında polipirol, polianilin ve poli (3,4-etilen dioksitiyofen) (PEDOT) sayılabilir. Bu üç polimer endüstride değişik alanlarda kullanılmaktadır. Diğer iletken polimerlere polifuran, poli(*N*-vinil karbazol), poli(*p*-fenilen), politiyofen ve türevleri örnek verilebilir. İletken polimerler *organik metal* veya *sentetik metal* olarak da adlandırılır.



Polipirol kaplamalarla, radarda görünmeyen uçaklar ve gemiler üretilebilir.

Sentez ve Fiziksel Görünüm

İletken polimerlerin sentezlenmesinde iki temel yöntemden yararlanılır. Bunlardan biri uygun kimyasalların kullanıldığı kimyasal yöntem, diğeri ise elektrik enerjisinden yararlanılan elektrokimyasal yöntemdir. Her iki yöntemin de birbirlerine göre bazı zayıf ve üstün noktaları vardır. Kimyasal yolla sentezlenen iletken polimerler genelde toz halindedir, elektrokimyasal yöntemde ise polimer genelde elektrot yüzeyini film halinde kaplar. Hangi yaklaşımla hazırlanırsa hazırlansın, iletken polimerlerin rengi, genelde yeşil, siyah ve kahverenginin tonlarında değişir.

İletken polimerlerin erimez ve çözünmez oluşları, geleneksel polimer kalıplama (örneğin ekstrüzyon ve injeksiyon kalıplama) yöntemleri ile şekillendirilmelerini engeller. Bu nedenle de genelde organik çözücüler olarak ya da suda dağılımları hazırlanarak satışa sunulurlar.

Kullanım Alanları

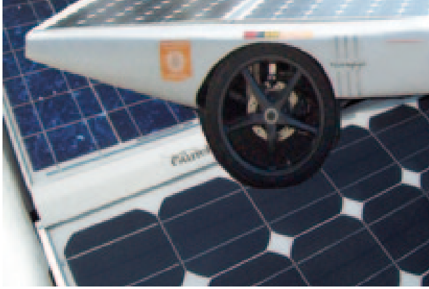
Güneş pilleri (fotovoltaik piller) üzerlerine gelen güneş ışığını doğrudan elektrik enerjisine dönüştürebilen pillerdir. Günümüzde güneş pilleri yapımında ağırlıklı inorganik karakterli, kırılgan silikon kullanılır; verimlikleri en fazla %25 düzeyindedir. Güneş pilleri iletken polimerlerin en önemli potansiyel kullanım alanlarından biridir; polimerlerden kolaylıkla geniş, hafif ve esnek yüzeyler hazırlanabilir, ayrıca ekonomiktirler. İletken polimer esaslı, ekonomik ve verimli güneş pilleri, elektrik enerjisi ile çalışan her türlü alette kullanılabilecekleri gibi konutların ve işyerlerinin elektriğini de üretebilirler. Yakın gelecekte kendi enerjisini kendisi sağlayan iletken polimerle kaplanmış otomobiller görebiliriz ya da cep telefonlarımızı güneş ışığının olduğu her yerde prize gerek duymadan şarj edebiliriz. Politiyofen türevi polimerler, güneş ışığını iyi soğuran polimerlerdir ve geleceğin güneş pillerinin yapımı için ümit vermektedirler.

Elektromanyetik dalgalar her türlü ortamda yayılabilen gama, X, ultraviyole, infrared, mikrodalga, radyo dalgaları türü ışınları kapsar. Gelişen teknolojiye bağlı olarak bu tür ışınları yayabilen televizyon, cep telefonu, bilgisayar, elektrik motoru gibi cihazların kullanımı hızla artmaktadır. Bu cihazlardan yayılan elektromanyetik ışınlar yakınlarda bulunan diğer elektronik aletlere zarar verir. Örneğin bir bilgisayar, mikrodalga ve radyo ışınları yayar. Yukarıda sözü edilen aletlerin kasalarının yapımında, elektromanyetik ışınların yayılmasına izin veren geleneksel polimerler kullanılır. Bu polimerlerden yapılan kasalar üzerine ayrıca elektromanyetik kalkan görevi yapacak, polipirol gibi bir iletken polimer kaplanarak dalga yayınımı engellenebilir.

Radar ışınlarının enerjisi, mikrodalgaların ve TV ışınlarının enerjileri arasındadır; polipirol, polianilin gibi iletken polimerlerin radar ışınlarını soğurduğu da yıllardır bilinir. Radar ışınlarının soğurulması, polipirol ile kaplanmış bir askeri uçağın ya da geminin radarda görülmeyeceği anlamına gelir. Amerika Birleşik Devletleri'nin kullandığı, radara yakalanmayan ve *stealth* adı ile bilinen uçaklar polipirolle kaplanarak mı görünmez hale getirilmiştir?

İletken polimerlerin günümüzde ticari uygulamasının yapıldığı ve ilerisi için de ümit veren başka bir kullanım alanı da antistatik kaplamalardır. Çoğumuzu otomobilin kapısını açmak için kapı kolunu tuttuğumuzda elektrik çarpmıştır, bazen parmaklarımızdan bir kıvılcım aktarımı bile söz konusu olabilir. Bu olayın nedeni statik elektrik yüklenmesidir. Evde ve işyerinde dokunduğumuz eşyalardan vücudumuza aktarılan yük, daha iletken bir yüzeye dokunduğumuzda elektrostatik yük boşalması ile aktarılır, hatta bu durum bazen acı

bile verebilir. Elektronik aletlerin bozulma nedenlerinden yaklaşık yarısı sözü edilen elektrostatik yük boşalmasıdır. Elektrostatik yük boşalması ayrıca elektromanyetik ortamları da bozabilir ve değiştirebilir. Elektronik aletlerin elektrostatik yük boşalmasına karşı hassas olan parçaları, iletken polimerlerle kaplanarak korunabilir. Antistatik kaplamalar elektrik yükünü dağıtarak malzeme üzerinde zarar verecek düzeyde elektrik yükü birikmesini önler.



Güneş pilleri iletken polimerlerden yapılabilir.

Antistatik ambalaj malzemeleri, iletken polimerlerin bir başka uygulama alanıdır. Ambalaj amacıyla kullanılan, yalıtkan polimerlerden (örneğin geleneksel polietilenden) yapılmış filmler, iletken polimerlerle kaplanarak elektrostatik yük boşalmasından zarar görebilecek cihazların ambalajında kullanılır. Fotoğraf filmlerinin kaplanmasında ve temiz oda (havası özel filtrelerden geçirilerek zerrelerden temizlenen, elektronik deneylerde, gıda endüstrisinde ve benzeri yerlerde kullanılan odalar) hazırlanmasında iletken polimerlerden yararlanılabilir. İletken polimerlerden hazırlanan antistatik kaplamalar hafiftir ve pahalı değildir; korozyona uğramazlar, ikincil işlemler gerektirmezler, metal içermezler ve yüzeylere kolaylıkla fırça, sprey ve rulo yardımıyla uygulanabilirler. Ticari antisitatik kaplama uygulamalarına yatkın polimerlerden biri PEDOT'tur. PEDOT atmosfer koşullarında kararlı, iletkenliği yüksek ve ışığı %80 oranında geçirebilen bir polimerdir. Genelde malzemelerin yüzeylerine önce PEDOT'un monomeri olan 3,4-etilen dioksitiyofen uygulanır, polimerizasyon daha sonra malzemenin yüzeyinde gerçekleştirilir. İletken polimer esaslı antistatik kaplama amacıyla kullanılan bazı ürünler, farklı ticari isimler altında firmaların ürün listelerinde yerlerini almıştır.

Patlayıcı maddeleri, yanıcı gaz ve sıvıları ilgilendiren endüstrilerde de statik yüklenme tehlikelidir, yük boşalmaları patlamaya ve yangına yol açabilir. Bu endüstri alanlarında yük birikimine maruz kalan aletler iletken polimerlerle kaplanabilir ve böylece antistatik özellik kazandırılır.

Geleneksel poliester, akrilik, yün ve pamuk lifleri iletken polimerlerle kaplanarak antistatik lifler ve tekstil dokumaları hazırlanabilir. Bu tür giysiler elektrikle yüklenmeyeceği için, içlerinde taşınan elektronik malzemeleri yük boşalmasına karşı korur ve toz tutmazlar. Polianilin ve polipirol askeri alanda, elektronik aletlerin bulunduğu ortamlarda ve temiz odalarda çalışanlar için antistatik giysilerin hazırlanmasına yatkın polimerlerdir. Örneğin Eeon-Tex, sentetik liflerin nano boyutlarda iletken polimerle kaplanması ile hazırlanmış ticari bir tekstil ürünüdür. Polimer kaplama, liflerin fiziksel özelliklerini fazlaca değiştirmez, giysiler güneş ışınlarına, neme, yüksek sıcaklıklara dayanabilir.



İletken polimerlerden yararlanılarak iletken lifler hazırlanabilir.

İletken polimerler elektrik iletiminde kullanılan bakır kabloların yerini alabilir mi? Liflerin polimerle kaplanması, aslında bu sorunun yanıtına yönelik bir araştırmadır, ancak iletken polimer kaplı liflerin iletkenlik düzeyi yeterince yüksek değildir. İletken polimerlerden doğrudan lif elde etme yönünde araştırmalar da yapılmakta ve polianilin, polipirol, politiyofen gibi polimerlerin mikro ve nano boyuttaki iletken lifleri laboratuvar koşullarında hazırlanmaktadır. Önemli sorunlardan biri bu liflerin mekanik özelliklerinin zayıf olmasıdır.

İletken polimerlerden yapılacak esnek, iletken teller tıp alanındaki uygulamalar açısından da önemlidir. Biyouyumlu iletken polimerlerden hazırlanacak iletken teller, zarar görmüş sinirlerin yerini alabilir ve elektriksel sinyaller, polimerik sentetik sinirler üzerinden vücutta istenilen bölgeye iletilebilir. Elektriksel uyarıların kemik büyümesini, yaraların iyileşmesini ve sinir hücrelerinin tamirini hızlandırdığı bilinir. Benzer yaklaşımla, elektriksel uyarılar vücutta gerekli bölgelere polimerler üzerinden taşınabilir. İletken polimerden yapay kas yapımı ve sudan virüslerin uzaklaştırılması, üzerinde araştırmalar yapılan diğer uygulamalara örnektir.



İletken polimerler, elektronik devre elemanlarında kullanım için ümit veren malzemelerdir.

Demirin korozyonu önemli ekonomik kayıplara neden olur ve demirden yapılan çoğu malzemenin belli zaman dilimlerinden sonra yenilenmesi gerekir. Deniz suyu gibi tuzlu ya da korozif kimyasalların bulunduğu ortamlarda kullanılan metaller için korozyon çok daha önemlidir. İletken polimerler, korozyonun önlenmesi açısından umut verici maddelerdir. Her tür metal malzeme iletken polimerlerle kaplanarak korozyona karşı korunabileceği gibi büyük yapılara, örneğin demir aksamlı köprülere de bu tür kaplamalar uygulanabilir. Panipol PA ticari adı ile üretilen polanilin bazlı boyalar, geleneksel antikorozif boyalara alternatiftir ve çelik yapıları atmosferik korozyona karşı koruma amacıyla kullanılır.

Şarj edilebilir piller iletken polimerler için bir başka potansiyel uygulama alanıdır. Polipirol, poliindol, politiyofen gibi polimerler şarj edilebilen pillerde elektrot malzemesi olarak denenmiştir.

Baskılı devreler cep telefonları, televizyon, bilgisayar, kontrol panelleri, çamaşır makinaları gibi aletlerin vazgeçilmez elemanlarıdır; transistörler, kapasitörler, diyotlar gibi elektronik devre elemanlarını bir arada tutarlar. Polianilin, polipirol, politiyofen ve türevleri baskılı elektronik devrelerde kullanım için ümit veren polimerlerdir. Örneğin cep telefonlarından televizyon kumandalarına, dev ekranlardan kol saatlerine kadar pek çok alanda kullanılan ve elektrik enerjisini ışığa çeviren ışık saçan diyotlarda, anot ile ışık saçıcı arasına PEDOT tabakalar uygulanarak anod yüzeyi düzleşti-



İletken polimerlerden dokunmatik ekranlar ve ışık saçan diyotlar yapılabilir.

rilir ve aletin verimi artırılır. Kapasitör, düşük düzeyde elektrik enerjisi depolayabilen ve daha sonra bu enerjiyi verebilen bir devre elemanıdır. Kapasitörlerde karşıt elektrot genelde mangan dioksitten yapılır; mangan dioksit uygulaması çok adımlı işlemler gerektirir. Günümüzde iletken polimerler, özellikle alüminyum ve tantal tipi kapasitörlerde karşıt elektrot olarak kullanılır.

İletken polimerlerin yalıtkan karakterli geleneksel yapıştırıcılara katılmasıyla belli düzeyde iletkenlik gösteren yapıştırıcılar hazırlanabilir. Bir başka yaklaşımda da, yapıştırılacak yüzeyler arasında polimerleşme gerçekleştirilir ve yüzeyler birbirine bağlanır.

İletken polimer esaslı katkı maddeleri, iletken polimerlerin ticari uygulama bulduğu başka bir alandır. İletken katkı maddeleri, yalıtkan malzemelere iletkenlik ve antistatik özellik kazandırmak için kullanılır. Bazı firmalar ürün listelerine bu tür iletken polimer katkı maddelerini eklemiştir.

Bilgisayar monitörü, araba radyosu ve cep telefonu gibi aletlerde kullanılan dokunmatik ekranlarda, elektrik enerjisi şeffaf iletkenler üzerinden istenilen yere taşınır. Bu malzemelerde şeffaf iletken olarak indiyum kalay oksit (ITO), alüminyum katkılı çinko oksit, flor katkılı kalay oksit gibi metal oksitleri kullanılır. Özellikle ITO en yaygın kullanılan metal oksittir ve nadir elementlerden indiyum içerdiği için pahalıdır. Ayrıca metal oksitlerin kırılgan ve çatlamaya eğilimli davranışları ITO için de geçerlidir. Günümüzde iletken polimerleri kullanarak, dayanıklılığı ITO dokunmatik panellere göre on kat fazla olan paneller üretilmektedir. Dokunmatik paneller, poliesterler gibi yalıtkan polimerler üzerine nano boyutlarda iletken polimerler kaplanarak hazırlanır. Bu paneller aynı zamanda şeffaf, esnek ve ekonomiktir.

Sensör uygulamaları iletken polimerlerden yararlanılabilecek bir diğer önemli alandır. İletken polimerler amonyak, metan gibi gazlara karşı sensör davranışı gösterir. Polianilin, polipirol, politiyofen gibi polimerlerden yapılan sensörler ile kanda şeker, üre, kolesterol tayini; yiyeceklerde glukoz, askorbik asit, sitrik asit tayini yapılabilir. Ayrıca iletken polimerler ile balık etinde bulunan hipoksantin, inosin ve inosin monofosfat maddelerinin tayini yapılarak balığın tazeliği kontrol edilebilir.

Sorunlar

İletken polimerlerin kullanım alanlarını sınırlayan en önemli sorunlarından biri işlenmelerindeki zorluktur. Günümüz iletken polimerleri çözücülerde yeterince çözünmez ve erimez. Bu iki özellik, iletken polimerlerin geleneksel plastik kalıplama yöntemlerinden yararlanılarak belli geometrilerde biçimlendirilmesini engeller ve istenilen ürünlerin hazırlanmasına izin vermez. Bazı iletken polimerlerin hazırlanmasında kullanılacak kimyasalların pahalılığı da bir başka sorundur. Bazı iletken polimerler ise atmosfer koşullarında kararlı değildir, zaman içinde iletkenlikleri azalır ya da yapısında kimyasal bozunmalar gözlenir.

Sonuç

Polimer kimyasının yaklaşık seksen, iletken polimerlerin ise otuz yıllık bir gelişimi vardır. Diğer bilim dallarında zaman içinde gerçekleşen gelişmeler göz önüne alındığında, sözü edilen bu süreler kısa zaman dilimleri sayılır. İletken polimerlere yönelik ileride yapılacak çalışmalar, şimdiki sorunları çözmenin yanı sıra iletken polimerlerin özelliklerini geliştirecek ve yeni tür iletken polimerlerin hazırlanmasını da sağlayacaktır.

İletken polimerler hafiflik ve elektriksel iletkenlik özelliklerini bir arada taşıyan tek madde grubudur. Bu üstün özellikleri ile ileride elektronik, havacılık, iletişim, tıp, otomobil, uzay teknolojisi gibi alanlarda kullanılan pek çok malzemenin yerini alma potansiyelleri vardır. Organik metaller adı da verilen iletken polimerler, geleceğin *yeni iletken malzemeleri*dir.



Ankara Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü mezunu olan Prof. Dr. Mehmet Saçak halen Ankara Üniversitesi Kimya Bölümü'nde görev yapmaktadır. British Council ve daha sonra TÜBİTAK bursu ile gittiği Leeds Üniversitesi Fizik Bölümü'nde iletken polimerlerin Raman spektroskopisine yönelik doktora sonrası araştırmalar yapmıştır.

Kaynaklar

Shirakawa, H., Louis, E. J., MacDiarmid, A. G., Chiang, C. K. ve Heeger, A. J., "Synthesis of Electrically Conducting Organic Polymers: Halogen Derivatives of Polyacetylene, (CH)x", *Journal of the Chemical Society-Chemical Communications*, Sayı 16, s. 578-580, 1977.
Gunther, B. H., "Metal Nanopowders for Electrical Conductive Materials", *International Journal of Powder Metallurgy,* Cilt 35, Sayı 7, s. 53-58, 1999.
Ishida, T. ve Tamaru, S., "Mechanical Alloying of Polymer/Metal Systems", *Journal of Materials Science Letters*, Cilt 12, Sayı 23, s. 1851-1853, 1993.
Bocchi, V., Gardini, G. P., Golinelli, M., Bellelli, E. ve Sansebastiano, G., "A New Application of Conducting Polymers: A Useful Tool in Concentration of Viruses from Water", *Journal of Materials Science*, Cilt 26, Sayı 12, s. 3354-3355, 2005.
Onoda, M., Kato, Y., Shonaka, H. ve Tada, K., "Artificial Muscle Using Conducting Polymers", *Electrical Engineering in Japan*, Cilt 149, Sayı 4, s. 7-13, 2004.
Allcock, H. R. ve Lampe, F. W., *Contemporary Polymer Chemistry,* 2. basım. Prentice-Hall, Inc., 1990.
Truong, V. T., Turner, B. D., Muscat, R.F. ve Sarina Russo, M., "Conducting Polymer Based Radar Absorbing Materials", *Proceedings of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers*, Cilt 3241, s. 98-105, 1997.
Gerarda, M., Chaubey, A.ve Malhotrab, B. D., "Review: Application of Conducting Polymers to Biosensors", *Biosensors and Bioelectronics*, Cilt 17, Sayı 5, s. 345-359, 2002
Huang, J., "Synthesis and Applications of Conducting Polymer Polyaniline Nanofibers", *Pure and Applied Chemistry*, Cilt 78, Sayı 1, s. 15-27, 2006.
Sekar, A. S. S., Saraswathy, V. ve Parthiban, G. T., "Cathodic Protection of Steel in Concrete Using Conductive Polymer Overlays", *International Journal of Electrochemical Science*, Cilt 2, Sayı 11, s. 872-882, 2007.
http://www.nanoprinttech.com/conductive_polymer.html
http://www.panipol.com/index29ff.html?option=content&task=view&id=10&Itemid=34
http://www.rtpcompany.com/products/conductive/index.htm
http://www.zipperling.de/
http://nobelprize.org/nobel_prizes/chemistry/laureates/2000/
http://www.hcstarck.com/index.php?page_id=602

Yumuşak ve Akıllı Polimerler

“Hidrojel” olarak adlandırılan üç boyutlu polimerler suyla etkileşime girdiklerinde çözünmezler, ancak çok miktarda suyu emerek yumuşak bir hal alırlar. Bu özellikleriyle doğal sistemlere büyük bir benzerlik gösterirler ve vücudumuzun içerisine yerleştirilen çeşitli cihazların üretiminde kullanılırlar. Dış ortamdan gelen çeşitli uyarılara karşı şişerek veya büzüşerek tepki verebilen “akıllı hidrojeller” ve çok kısa sürelerde (yaklaşık 30 saniye) orijinal ağırlıklarının 10 katından 1000 katına kadar suyu emerek şişen “süpergözenekli hidrojeller”, özellikle yeni tür biyomedikal cihazların geliştirilmesi amacıyla araştırmacılar tarafından değerlendirilmekte ve diğer teknolojik uygulamalar açısından da büyük bir gelecek vadetmektedirler.



Suyla etkileştiklerinde çözünmeyen ancak çok miktarda suyu yapısına alarak şişebilen, ağ-benzeri üç boyutlu yapıdaki polimerler **hidrojel** olarak adlandırılır. Hidrojeller, çapraz bağlayıcı varlığında, suyu seven (hidrofilik) yapıdaki monomerlerin polimerizasyonuyla ya da suyu seven yapıdaki polimer zincirlerinin çapraz bağlanmasıyla elde edilebilir. Çapraz bağlar, kovalent bağ, hidrojen bağı veya Van der Waals etkileşimleri şeklinde olabilir. Hidrojelin çözünmemesi, yapısındaki kimyasal ya da fiziksel çapraz bağların sonucu iken; yapısına çok miktarda su alması, suyu seven karakteri ve ağ şeklindeki gözenekli yapısından kaynaklanır. Hidrojellerin eşsiz özelliklerinden biri, şişme boyunca ve sonrasında orijinal şekillerini koruyabilme yetenekleridir.

Doğal, sentetik veya yarı-sentetik polimerler, hidrojellerin sentezlenmesinde kullanılabilir. Bu polimerlerin ortak özelliği suyu seven yapıda olmalarıdır. Sözü edilen polimerler radyasyonla veya kimyasal reaksiyonla çapraz bağlanarak hidrojel yapılar hazırlanır. Radyasyon reaksiyonları; elektron demeti, γ ışınları, X-ışınları veya UV ışınıyla gerçekleşir. Kimyasal çapraz bağlanma ise çift fonksiyonel gruba sahip, küçük molekül ağırlıklı bir çapraz bağlayıcı ajanın varlığında meydana gelir. Bu ajan, iki uzun polimer zincirini fonksiyonel grupları üzerinden bağlar.

Birçok hidrojel kurutulmuş haldeyken cam gibi sert bir yapıya sahiptir. Kuru bir hidrojel sulu bir ortamla etkileştiğinde, su, hidrojel yüzeyindeki makromolekül zincirleri arasındaki boş alanlara nüfuz etmeye başlar. Yapıya giren su molekülleri suyu seven gruplar ile etkileşir, bu sırada ağ yapı şişer, hidrojeldeki sudan korkan (hidrofobik) gruplar açığa çıkar ve bu gruplar da su molekülleri ile bağlanır. Suyun hidrojel tarafından emilmesi denge şişme seviyesine ulaşana kadar devam eder ve hidrojelin türüne bağlı olarak dakikalarca ya da günlerce sürebilir.

Hidrojellerin şişmesini etkileyen en önemli parametre çapraz bağlanma oranıdır. Yüksek derecede çapraz bağlanmış hidrojeller daha sıkı bir örgüye sahiptirler ve daha az şişerler. Çapraz bağlanma, polimer zincirinin hareket yeteneğini engeller, böylece jelin şişme miktarı düşer.

Hidrojeller, hazırlanma yöntemine, iyonik yüklerine veya fiziksel yapılarına bağlı olarak çok çeşitli şekillerde sınıflandırılabilirler. Örneğin, **homopolimer hidrojeller**, sadece bir tane suyu seven monomerin çapraz bağlanmasıyla elde edilebilen yapılardır. **Kopolimer hidrojeller** ise iki komonomerin çapraz bağlanmasıyla hazırlanırlar, ancak monomerlerden biri mutlaka suyu seven yapıda olmalıdır. **IPN** (iç içe geçmiş ağ yapıdaki) **hidrojeller** ise çapraz bağlı iki polimerik örgünün fiziksel olarak birleşmesiyle oluşmaktadır. Hidrojeller iyonik yükleri açısından, yüksüz, negatif yüklü, pozitif yüklü ve her iki yüke de sahip olabilirler. Fiziksel yapılarına göre de şekilsiz (amorf) hidrojeller, yarı-kristalin hidrojeller ve hidrojen-bağlı hidrojeller olarak adlandırılırlar

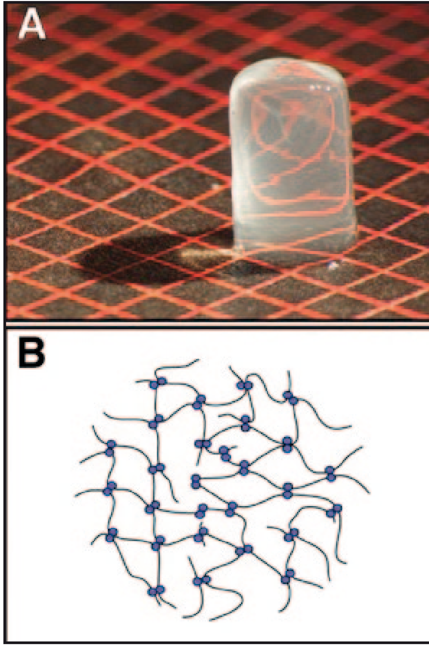


Modern anlamdaki hidrojel araştırmaları, 1960 yılında Wichterle ve Lim tarafından gerçekleştirilen PHEMA (polihidroksietil metakrilat) sentezi ile başlamıştır. O zamandan itibaren, hidrojellerin sentez ve uygulamalarında önemli ilerlemeler kaydedilmiştir. Doğal ve yapay olarak çok sayıda hidrojel bulunmaktadır. Göz boşluğumuzu dolduran sıvı, kan damarlarının duvarları ve iskeletteki eklemlere hareket imkânı sağlayan akışkan, doğal jel yapısındadır. Yumuşaklıkları, elastik oluşları, çok miktarda suyu emerek yapılarında tutabilmeleri, vücut sıvıları ve ilaç molekülleri için geçirgen oluşları ve vücutla uyumlu biyomalzemeler olarak sentezlenebilmelerinden dolayı hidrojeller günümüzde; biyoteknolojik ve tıbbi uygulamalarda özellikle de **kontrollü ilaç salım teknolojisinde** yaygın olarak kullanılan çok önemli malzemelerdir.

Biyomedikal uygulamalarda en çok kullanılan hidrojel, çapraz-bağlı PHEMA'dır. Sahip olduğu su içeriği nedeniyle doğal dokulara büyük bir benzerlik gösterir. Normal biyolojik reaksiyonlarda etkisizdir. Biyolojik ortamlarda bozunmaya karşı dirençlidir, vücut tarafından emilmez, otoklavda steril edilebilir, çok değişik şekil ve formlarda hazırlanabilir.

Biyomedikal öneme sahip bir diğer hidrojel, poliakrilamid'dir. Özellikle 1979 yılında Tanaka tarafından yayınlanan çalışmalarda, kısmi hidrolize uğramış poliakrilamid jellerin (N, N-isopropil akrilamid-PNIPAM) ortam koşullarındaki değişimlere keskin geçişlerle cevap verdikleri belirtilmiş ve bunlar **akıllı hidrojeller** olarak tanımlanmışlardır.

Hidrojellerin biyomedikal alandaki ilk uygulaması kontakt lens olarak kullanımıdır. Mekanik kararlılıklarının iyi oluşu, yüksek oksijen geçirgenliği ve uygun kırılma katsayısına sahip oluşları, kontakt lenslerde kullanılmalarının temel nedenidir. Hidrojellerin diğer uygulamaları; yapay tendon materyalleri, yara-iyileşmesinde biyoadeziv madde, yapay kas, yapay deri ve estetik cerrahide materyal olarak kullanımları şeklinde sıralanabilir.



A. Deney tüpünden çıkartılmış hidrojel
B. Hidrojelin 3 boyutlu ağ yapısı (polimer zincirleri ve bağlantı noktaları)

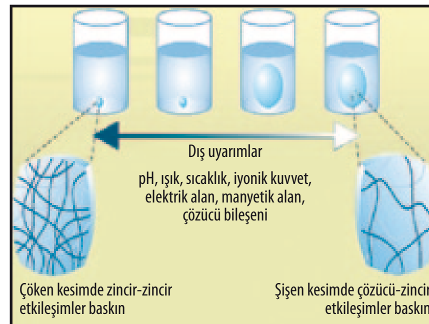
Günümüzde **yeni nesil hidrojeller** olarak adlandırılan **akıllı hidrojeller** ve **süpergözenekli hidrojeller** üzerinde, aralarında fizikçi, kimyacı, kimya mühendisi, biyolog ve tıp araştırmacılarının bulunduğu değişik disiplinlerden bilim insanları yoğun bir biçimde çalışmaktadırlar. Aşağıdaki bölümlerde bu hidrojeller ve özellikle insan sağlığı ile ilgili uygulamalarına yönelik açıklamalara yer verilmiştir.

Akıllı Hidrojeller

Çevreden gelen küçük fiziksel ya da kimyasal uyarılara karşı büyük ve keskin fiziksel ya da kimyasal değişimler gösteren hidrojellere çevre-duyarlı hidrojeller veya diğer bir deyişle akıllı hidrojeller adı verilir. Herhangi bir malzemenin akıllı olması demek, dış ortamdan gelen uyarıları algılayıp yarar sağlayacak bir tepki üretebilmesi demektir. Hidrojeller farklı uyarılar (sıcaklık, pH, manyetik alan, elektriksel alan, ışık, vb.) karşısında şişme davranışlarında, örgü yapılarında, geçirgenlik özelliklerinde veya mekanik dayanımlarında değişiklikler gösterirler. Uyarı türüne bağlı olarak akıllı hidrojellerin farklı türleri mevcuttur.

Sıcaklığa duyarlı jeller: Üzerinde en çok çalışılan akıllı polimerlerden ikisi poli (N-izopropilakrilamid), kısaca PNIPAM ve poli (vinilmetileter), kısaca PVME'dir. Her iki polimer de sıcaklık artışıyla büzüşürler. Aslında materyallerin pek çoğu ısıtıldıklarında enerjilerindeki artışın sonucu olarak genleşirler, çözünürlükleri de sıcaklıkla artar. Ancak, bu iki polimer tam ters bir davranış gösterirler ve sıcaklık **en düşük kritik çözelti sıcaklığı olarak adlandırılan** belli bir değerin üzerine çıktığında faz ayrımı meydana gelir ve polimer büzülür. PNIPAM ve PVME'in sıcaklık değişimine karşı gösterdikleri **şişme-büzüşme** davranışı geri dönüşlüdür. Bu nedenle yukarıda sözü edilen iki polimer **sıcaklığa duyarlı polimerler** olarak malzeme bilimi alanında ilgi odağı olmuşlardır.

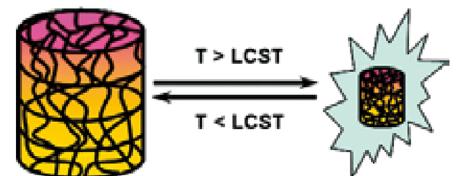
PNIPAM'dan oluşan bir jel kritik sıcaklığın üzerine ısıtıldığında orijinal hacminin %30'una kadar büzüşebilmektedir. Benzeri bir diğer jel ise, PVME'in sulu çözeltisinin çapraz-bağlanmasıyla hazırlanmıştır ve 37°C'de hızlı ve tersinir bir şişme/büzüşme davranışı gösterir. Jel iplikçikleri 20°C'de 400 metre uzunluktayken 40°C'de 200 metre'ye kadar büzüşürler.



Akıllı hidrojellerin dış uyarılarla şişme-büzüşme davranışı.

PNIPAM-PAAM sisteminin bir diğer uygulaması ise **Jel el** olup, sıcaklık değişimiyle çeşitli nesnelerin tutulması amacıyla kullanılan bir tür cımbızdır. Laboratuar cımbızlarının yaklaşık milyonda biri boyutunda olan bu jel tutucular, sulu çözeltilerden göremeyeceğimiz kadar küçük nesneleri almada son derece uygun aletlerdir. Kullanım sırasında yapılacak şey, jeli nesneye yaklaştırmak ve sıcaklığı arttırmaktır. Böylece PNIPAM tabakası büzüşerek tutucu uçlar birbirine yaklaşır ve hedeflenen nesne yakalanır. İki jel arasındaki ısıl genleşme katsayısı farkı, iki metal arasındakinden daha fazladır. Dolayısıyla, ikili jeller, ikili metal sistemlerden daha duyarlıdırlar. PNIPAM jele, görünür ışığa hassas bir kromofor, örneğin klorofil, yerleştirilerek hazırlanan jel ise ışığın ısıtma etkisine bağlı olarak büzüşmektedir. Araştırmacılar 1 mikron çapındaki jelin tepki süresinin 5 milisaniye olduğunu ve bu jelin foto-duyarlı yapay kaslar ve hafıza cihazlarında kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Sıcaklığa-duyarlı jellerin doku mühendisliğinde hücre çoğaltmak amacıyla kullanımı konusunda da yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Genellikle doku hücreleri polimerik esaslı Petri kaplarında üretilir ve üreyen hücrelerin Petri kabının yüzeyinden geri alınması için proteolitik bir enzim (protein yapısını parçalayan bir enzim), örneğin tripsin kullanılır. Ancak, bu enzimler hücrelere zarar verir. Bu nedenle hücreleri bu tür bir enzim kullanmadan Petri kabından alabilmek için PNIPAM'ın sıcaklığa-duyarlı özelliğinden faydalanılması düşünülmüştür. PNIPAM'ın LCST değeri 32°C olduğundan 37°C'deki hücre kültür ortamında bu polimer **sudan korkan** özelliktedir ve hücreler **sudan korkan** polimer yüzeyine yapışarak ürerler. Üreme tamamlandıktan sonra sıcaklık 32°C'nin altına düşürülür ve suyu seven özellik kazanan PNIPAM yüzeyinden hücreler kopar. Bu yöntem basit ve ucuzdur, ayrıca hücre verimi yüksektir. **Hücre tabaka mühendisliği** olarak adlandırılan yeni bir yaklaşımla, sıcaklık-duyarlı doku kültür kaplarında hücreler tabaka halinde üretilmekte ve ardından bu tabakalar uygun düzende birleştirilerek doku oluşumu gerçekleştirilmektedir. Mesane, kalp dokusu, dış çevre dokusu ve oküler yüzeyler, hücre tabakalarının başarılı uygulamaları olarak kliniğe taşınmaktadır.



Sıcaklıkğa duyarlı hidrojellerin şişme-büzüşme davranışı (T sıcaklığı gösteriyor).

Tıp alanındaki önemli problemlerden biri, ilaçların uygun doku ve organlara istenilen dozlarda ve belli sürede verilmesi gerekliliğidir. Son yıllarda ilaç üreticileri, ilaçları sabit hızda salmak için polimerik yapıları kullanmaktadırlar. **Akıllı jeller**'e dayalı aygıtlar bu sistemlerin geliştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Jel, vücut içerisindeki şartlara duyarlı olduğundan salım hızını değiştirerek kandaki ilaç seviyesini uygun düzeyde tutabilecektir. Sıcaklığa-duyarlı polimerlerin kullanımıyla ilaç molekülleri jel örgüsünde hapsedilebilir ve sıcaklıktaki değişime cevap olarak dış ortama salınır. Örneğin PNIPAM kullanıldığında, suda çözünen ilaçlar oda sıcaklığında jel yapı içerisine dağılırlar. Bu sistem yani ilaç yüklü PNIPAM jel vücut sıcaklığına (37°C) maruz kaldığında ise ilaçla birlikte yapıdaki su jelden ayrılır ve jel büzüşür. Suda çözünmeyen, yani **sudan korkan** yapıdaki ilaçlar ise tam tersi olarak LCST'nin üzerinde jel yapısına hapsedilirler ve LCST'nin altındaki sıcaklıklarda da dış ortama dağılırlar.

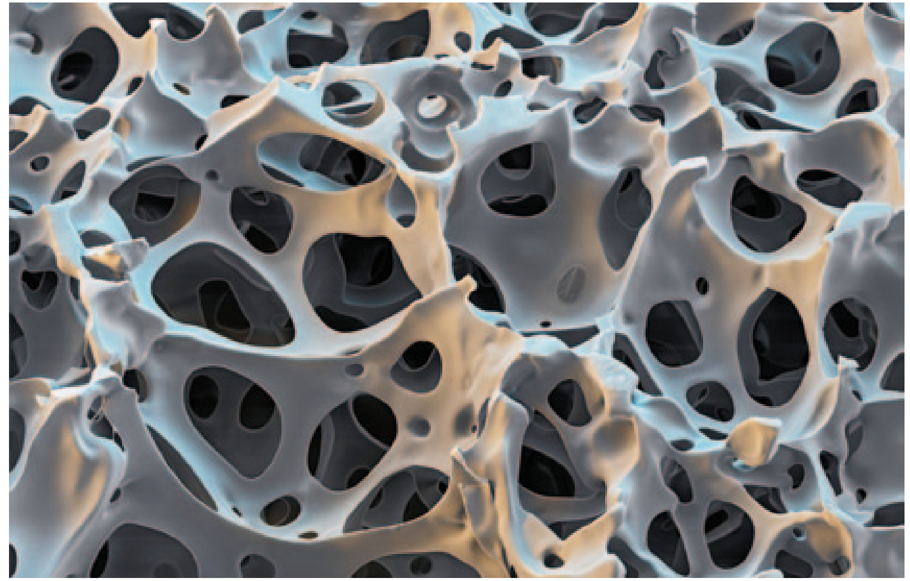
pH'ya duyarlı jeller: Akıllı jellerin diğer bir çarpıcı grubunu da pH'ya-duyarlı jeller oluşturmaktadır. Bunlar, pH değişimiyle jelin özelliklerinin değiştiği ve pH'ya bağlı şişme davranışının gözlendiği iyonik ağ yapılardır. İyonik ağ şeklindeki bu yapılar, zincirlerine takılı hem asidik, hem de bazik gruplar içerirler. Uygun pH ve iyonik güce sahip sulu ortamda bu gruplar iyonlaşarak jelde sabit elektriksel yük (pozitif veya negatif) oluştururlar ve bu elektrostatik kuvvetlerin birbirini itmesi sonucunda ağ yapıya çözücü (örneğin su) girişi artarak yapı şişer.

Asit-duyarlı ilaçları mide ortamından korumak için pH duyarlı jeller geliştirilmektedir. Bu tür jeller düşük pH'lara (örneğin mide pH'ı 1-2 arasında değişmektedir) maruz kaldığında büzüşmekte, fakat bazik ortamda yani bağırsaklarda (pH>7) şişerek geçirgen hale gelmektedir ve böylece içerisindeki ilacın uygun koşullarda salımına izin vermektedir. pH'ya duyarlı jellerin bir diğer ilginç uygulaması da şeker hastalığının tedavisi amacıyla insülin salımıdır.

Ticari olarak geliştirilen "Smart Hydrogel" isimli jel ise ilaç salımı ve cilt bakımında kullanılmak için tasarlanmıştır. Bu jel, sıcaklığa duyarlı olmasının yanı sıra, biyolojik dokulara yapışma ve kayma kuvvetlerine karşı hassas olabilme özelliklerine sahiptir. Yaygın olarak kullanılan tedavi amaçlı göz damlaları, gözyaşı tarafından seyreltildiğinden kısa sürede akar. Yukarıda sözü edilen jel ürün ise, göze sıvı ürün olarak düşmesine rağmen, gözdeki sıcaklığa maruz kaldığında daha özlü bir hale gelir. Kaymaya olan hassaslığından dolayı da göz her kırpılışında sıvı hale gelip, jelin bütün göze eşit miktarda yayılmasını sağlar. Böylelikle, içerisine yüklenen ilacı uzun bir sürede yavaş yavaş göze salar. Bu jel, benzer şekilde burun spreyleri için de kullanılabilir. Özellikle insülin gibi ilaçların bu tür bir sistemden burun yoluyla salımı konusunda çalışmalar yapılmakta ve başarı sağlandığı taktirde bu uygulamanın enjeksiyon yönteminin yerini alabileceği düşünülmektedir.

"Smart Gel" adıyla 1996 yılında piyasaya sürülen ticari jel, oda sıcaklığında yumuşak ve esnek olup, vücut ısısına maruz bırakıldığında katılaşan bir yapıdır. Bu jel, ayakkabıların (özellikle patenlerin) içine yerleştirilerek, ayağa gerekli desteği ve konforu sağlamak amacıyla kullanılmaktadır.

Manyetik alana duyarlı jeller: Araştırmacılar, bir ferromanyetik (yüksek mıknatıs gücü olan) malzemeyi jel içerisine gömmüşler ve jeli manyetik alana maruz bırakarak ısınmasını sağlamışlardır. Manyetik alan kaldırıldığında jel soğuyarak başlangıç haline dönmüştür. Bu tür jellerin, vücut içerisine yerleştirilebilen ilaç salım sistemlerinde, yapay kas gibi uygulamalarda, kimyasal reaksiyonlar için kimyasalları salan ve karıştıran sistemlerde kullanılabileceği belirtilmektedir. İlaç salımı için, bir güç desteği ve manyetik alan sağlamak üzere kullanılan bobinden oluşan bir cihaz tasarlanmaktadır. Hasta, bu cihazı, vücuduna yerleştirilmiş jel üzerine getirip, düğmeye basarak manyetik alanı harekete geçirecek ve jelin ilacı salmasını sağlayacaktır.



Süpergözenekli bir hidrojelin gözenek yapısını gösteren taramalı elektron mikroskobu (SEM) fotoğrafı.

Elektriksel alana duyarlı jeller: Elektriksel kontrol altında şişen ve büzüşen jeller ise **kimyasal vanaların** temelini oluşturmaktadır. Bu tür uygulamalar için jel, gözenekli zar şeklinde hazırlanır ve kenarlarından bir desteğe tutturulur. Jel büzüştüğünde, zardaki gözenekler zorunlu olarak genişleyerek sıvıların ve çözünmüş moleküllerin zardan geçişine izin verirler. Jel şiştiği zaman ise, gözenekler büzüşür ve akış durur. Araştırmacılar akımı orta değerlerde tutarak gözenek boyutunu kontrol edebilmekte ve böylelikle hangi akım değerlerinde, hangi moleküllerin zardan

geçebileceğinin tayini mümkün olmaktadır. Bu tür sistemler, değişik boyuttaki molekülleri içeren karışımların ayrılmasında kullanılmaktadır.

Araştırmacılar, ilaçları veya diğer biyomolekülleri elektriksel alandaki değişime bağlı olarak salacak jelleri de geliştirmektedirler. Örneğin zayıf çapraz-bağlı polielektrolit jelden oluşan sisteme elektrik akımı verildiğinde; jel, insülinin dışarı yayılmasına izin vermekte, fakat akım kesildiğinde akışı derhal durdurmaktadır. Bu jel şeker hastalığı tedavisinde kullanılmak üzere hazırlanan, vücuda implante edilebilen ve hareketli kısmı olmayan insülin pompasının temelini oluşturmaktadır. Bu pompa, insülin üreten hücrelerin (β-islet hücreleri) aljinat jel içerisine hapsedilmesi sonucu geliştirilmiştir.

Jellerin şişme ve büzüşme davranışı özellikle tıp ve biyoteknoloji alanlarında önemli yararlar sağlamasına rağmen, araştırmacılar son 40 yıldır jellerin güç üretiminde kullanılması fikri üzerinde ısrarla durmaktadırlar. Bu konudaki ilk çalışma İsrail Weizman Enstitüsü'nden Werner Kuhn tarafından 1950 yılında gerçekleştirilmiştir. Jelin bulunduğu asidik ortamın pH'ı değiştirilerek genleşme veya büzüşme sağlanmış ve böylelikle ilk "kemomekanik sistem" geliştirilmiştir. Günümüzde akademik ve endüstriyel laboratuvarlarda hem büyüklük hem de

Süpergözenekli Hidrojellerin Değişik Uygulamaları

Midede alıkonan cihazların geliştirilmesi: Bu uygulamada amaç, ağızdan alınan ilaç yüklü hidrojelin hızlı bir biçimde şişerek yeterli büyüklüğe ulaşması ve midenin onikiparmak bağırsağına açılan kısmından geçemediği için ilaç salımının uzun sürede gerçekleşmesidir. Hızlı şişmenin başlangıçtaki amacı, 20 dakika içerisinde maksimum şişmeye ulaşmaktır. Çünkü suyun mide içerisinde 30 dakika boyunca kalabildiği bilinmektedir. Polivinilpirolidon (PVP) süpergözenekli hidrojeller kullanılarak yapılan hayvan deneylerinde, hidrojelin mide içerisinde 24 saatten fazla kalabildiği ve etkin ilaç salımının sağlandığı görülmüştür.

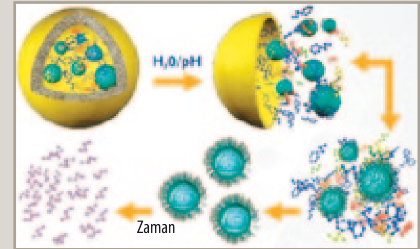
Oral peptid salım sistemlerinin geliştirilmesi: Süpergözenekli hidrojeller, çeşitli peptid ve protein ilaçların ağız yoluyla alındığı salım sistemlerinin geliştirilmesinde de kullanılabilir. Yakın zamana kadar, peptid ilaçları en çok sindirim kanalı dışında, damar, kas, deri altı enjeksiyonu gibi herhangi bir yolla vücuda veriliyordu ve süpergözenekli hidrojel uygulamalarına dek, ağız yolu yaklaşımı yoktu. Süpergözenekli hidrojellerin kullanımıyla salım sistemlerinin hacimleri 200 kat kadar arttırılabilmektedir. Böyle bir hacim artışı, jelin bağırsak duvarına yapışmasına izin verir ve ilacın doğrudan bağırsak çeperine salınmasını sağlar. Peptid ilaçları salınıp, bağırsak çeperi tarafından emildikten sonra, süpergözenekli hidrojeller, fazladan su alarak bağırsağın peristaltik güçleri ile parçalanır ve vücuttan kolayca uzaklaştırılırlar.



Süpergözenekli hidrojelin midede alıkonması.

Diyet amaçlı kullanım: Kilo kontrolü sağlamada, süpergözenekli hidrojeller kullanılarak, karın boşluğunda anlamlı bir alan kaplanarak yiyecekler için yer azaltılmış olur. Bu şekilde iştah bastırılmış olur.

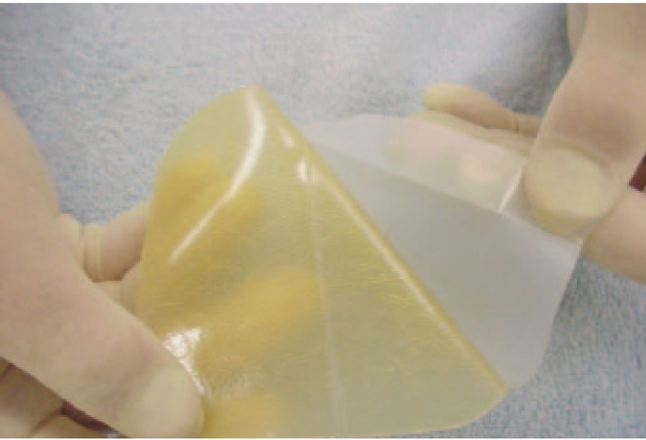
Anevrizma tedavisindeki uygulama: Damarın belli bir bölgesinin genişlemesinden oluşan şişlik olarak tanımlanan **Anevrizma** (damar çatlaması) tedavisinde, yeni biyomedikal cihazlar geliştirilirken süpergözenekli hidrojeller kullanılmıştır. Özel bir görüntüleme metodu ile anevrizmanın şekli ve büyüklüğü saptandıktan sonra, daha ufak boyutlarda, fakat aynı şekilde süpergözenekli hidrojeller yapılabilir. Anevrizmanın olduğu bölgeye süpergözenekli hidrojel yerleştirildiği zaman, hızlı bir şişme meydana gelerek o bölgeyi doldurur ve kanın pıhtılaşmasını sağlar. Seyrek de olsa, süpergözenekli hidrojel parçacıkları, kanın tümörlere doğru akışını engellemek için dolaşımı bloke edici ajan olarak da kullanılabilir.



pH'ya duyarlı polimerik ilaç kapsüllerinden ilaç moleküllerinin salımı.

Diğer uygulamalar: Süpergözenekli hidrojeller ilaç ve biyomedikal ürünler dışında farklı uygulama alanlarında da kullanılmışlardır. Süpergözenekli hidrojellerin değişik şekillerde hazırlanabilmesi ve hızlı şişme özelliğinden dolayı çocuklar için ilgi çekici bir oyuncak olabileceği düşünülmüştür. Bir süpergözenekli hidrojel, kuru ağırlığının birkaç katı kadar suyu emme özelliğine sahiptir. Bu özelliği kullanarak, çevrede istenmeyen sıvıların herhangi bir yere rastlantısal olarak dökülmesine engel olunabilmektedir. Süpergözenekli hidrojeller neme hassasiyeti olan malzemelerin içerisine su girişine engel olmak için de kullanılmaktadır. Bu tür malzemeler süpergözenekli hidrojellerle kaplanır ve malzeme neme maruz kaldığında, su, hidrojel tabakası tarafından tutularak malzemenin zarar görmesi engellenir.

<<<



Elastik özellik kazandırılmış süpergözenekli hidrojeller.

şeklini değiştirebilen jellerin hazırlanmasıyla kimyasal enerjinin doğrudan mekanik işe çevrimi (kemomekanik sistem) mümkün olmaktadır. Bu tür sistemler, güç elde etmek için kullanılan konvansiyonel cihazların kullanımının sınırlı veya zor olduğu yerlerde örneğin denizaltında, uzayda veya insan vücudunda kullanılabileceklerdir.

Süpergözenekli Hidrojeller

Bir hidrojelin yapısındaki su içeriği, hidrojelin toplam ağırlığının en az %10'unu oluşturmakta ve %95'i aştığı durumda, hidrojel **süperabsorbent** olarak adlandırılmaktadır. Yaklaşık olarak 30 yıl önce, süperabsorbent polimerler, gıda ve çocuk bezi endüstrilerine girmiş ve bu polimerlerin uygulamaları su tutma özelliğinin önemli olduğu diğer alanlara da genişlemiştir.

Süperabsorbent hidrojellerin şişme hızı, hazırlanmaları sırasında kullanılan materyallere ve üretim yöntemine bağlı olarak değişmektedir. Hızlı şişme olabilmesi için hidrojelin boyutu olabildiğince küçültülmelidir. Bir süperabsorbent türü olan **"süpergözenekli hidrojeller"** ise ilk olarak 1998 yılında, kontrollü ilaç salımında kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Süpergözenekli hidrojeller, boyutları ne olursa olsun, bir dakikadan daha kısa sürede, şekillerini koruyarak şişmekte ve bu davranışlarıyla süperabsorbent hidrojellerden farklılık sergilemektedirler.

Camsı haldeki kuru bir hidrojelin içerisine suyun emilimini hızlandırmak için en iyi yol; hidrojel yapısı boyunca birbirine bağlanmış, yayılmayı sağlayacak olan gözenekler meydana getirmektir. Birbirine bağlanmış gözenekler, kapiler güç ile suyun hızlı emilimine izin verecektir. Gözenekli hidrojel yapmanın en basit yolu, vinil monomerlerinin çapraz bağlanma reaksiyonu sırasında gaz baloncukları oluşturmaktır. Karbondioksit baloncukları meydana getirmek için, monomer karışımına sodyum bikarbonat eklenir. Gaz baloncuklarının meydana gelmesi ile köpükler yükselmeye başlar ve vinil monomerleri hızla polimerleşir. Köpükler hidrojel içinde biçimlenerek kararlı hale geçtiğinde, polimerizasyon tamamlanmış demektir. Böylelikle içerisinde büyük ve birbiriyle bağlantılı gözenekler içeren hidrojeller sentezlenmiş olacaktır.

Süpergözenekli hidrojellerin kullanımı sırasında karşılaşılan en büyük problem, şişme sonrasında yapının mekanik dayanımını büyük ölçüde kaybetmesidir. Yakın zamanda, elastik özelliklere sahip süpergözenekli hidrojeller hazırlanmıştır. Şişen hidrojel, kopmadan neredeyse iki katına kadar uzayabilir. Elastik süpergözenekli hidrojel yapmanın yolu, hidrojelleri iç içe geçmiş ağ yapı formunda sentezlemektir (IPN yapılar).

Hızlı ve yüksek şişme özellikleri süpergözenekli hidrojellere çok önemli bir yetenek kazandırmaktadır. Suyu emerek şiştiklerinde, şişme boyunca dış tarafa doğru anlamlı bir kuvvet uygulamaktadırlar. Süpergözenekli bir hidrojel (0,5 gram ağırlığında) şiştiği zaman 100 gram ağırlığındaki bir maddeyi bir dakika gibi kısa bir sürede yukarı kaldırabilmektedir. Bu özellik süpergözenekli hidrojel için oldukça etkileyicidir ve birçok uygulamada kullanılmaktadır. Hidrojelin uyguladığı bu kuvvet, bir alarm sisteminin tetikleyicisi olarak su baskınlarının tespitinde de kullanılıyor.

Yeni yaklaşımlarla süpergözenekli hidrojellere de **akıllı** olabilme özelliği kazandırılabilmekte, ya da başka bir ifadeyle akıllı hidrojeller süpergözenekli formda hazırlanabilmektedir. Tüm bu gelişmelerin ışığında, akıllı polimerlerin yumuşak formlarının teknolojik ilerlemeleri de beraberlerinde getirecekleri ve geleceğin malzemeleri olarak uygulamalarda önemli bir yer alacakları açıktır.



Hacettepe Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nden 1982 yılında mezun olan Menemşe Gümüşderelioğlu, yüksek lisans ve doktora eğitimlerini de aynı bölümde tamamladı. Fulbright bursiyeri olarak 1994-1995 yıllarında Tufts Üniversitesi ve Harvard Medical School, Blood Research Center'da araştırmalar yapan Gümüşderelioğlu, 1997 yılında TÜBİTAK Bilim-Teşvik Ödülü'nü aldı. 1998'den bu yana Hacettepe Üniversitesi, Kimya Mühendisliği Bölümü'nde Profesör olarak görev yapıyor. Polimerik biyomalzemeler, hayvansal hücre biyoteknolojisi ve doku mühendisliği konularında çalışmalar yapıyor. SCI kapsamındaki dergilerde yayınlanmış 80 civarında makalesi ve bir kitabı var.

Kaynaklar

M. Gümüşderelioğlu, "Doku Mühendisliği" ders notları, Hacettepe Üniversitesi, 2009.

M.Gümüşderelioğlu, "Polimer Bilim ve Teknolojisi I" ders notları, Hacettepe Üniversitesi, 2009.

H. Yıldırım Erbil
İkrime Orkan Uçar

Kir Tutmayan Yüzeyler

Bir su damlasının davranışının günlük hayatımızda ne denli büyük bir öneme sahip olabileceğini hiç düşündünüz mü? Örneğin ev ve otomobil camlarınızın sürekli temiz kalmasını istemez misiniz? Kışın trafik lambalarının üzerinin buz tutmamasını, uydu anteninizin bir karış karla kaplanması yüzünden televizyondaki görüntünün bozulmamasını? Bütün bu soruların cevabını araştırmak için bir su damlasından başlamak üzere bizimle beraber bir bilgi yolculuğuna çıkmaya hazır mısınız?

>>>

Yüzeylerin Islatılabilirliği

Katı yüzeylerin sıvılar tarafından ıslatılma yeteneğinin belirlenmesi, yüzey kimyası ve fiziğinin ilginç ve önemli konularından biridir. Bir sıvı damlası, katı bir yüzeye temas ettiğinde ya damla halinde kalır ya da ince bir film oluşturacak şekilde yayılır. Damlanın yatay görüntüsü üzerinde teğet çizilerek temas açısı ölçülür.

Yüzey Gerilimi ve Serbest Yüzey Enerjisi Nedir?

Sıvı içindeki bir molekül, kendisine komşu diğer moleküller tarafından her yönden eşit bir kuvvetle çekilir ve bu molekülü çevreleyen moleküller de genelde simetrik olduğundan, bu moleküle etki yapan kuvvetlerin bileşkesi sıfır kabul edilir. Ancak sıvı yüzeyinde durum böyle değildir. Sıvının yüzeyindeki bir molekül üzerinde başka hiçbir molekül olmadığından, altındaki komşu moleküllerin etkisiyle içeri doğru çekilir. Aynı şekilde, yüzeydeki bütün moleküller üzerinde de onları içeri çeken kuvvetler etkili olduğundan, bunların arasındaki mesafe az miktarda açılır ve sıvı yüzeyindeki moleküller arasındaki ortalama mesafe, sıvı içindeki moleküller arasındaki ortalama mesafeden daha fazla olur. Bu mesafe artışının yarattığı gerilime "sıvının yüzey gerilimi" denir ve sıvı yüzeyi sanki gözle görülmeyen bir zarla kaplıymış gibi davranır. "Serbest yüzey enerjisi" ise sabit sıcaklık koşulları altında, bir sıvının yüzeyini 1 m^2 genişletmek için harcanması gereken enerjidir. Sıvılarda yüzey gerilimi ile serbest yüzey enerjisi arasında nümerik olarak fark yoktur ancak birimleri farklıdır.

Sıvıların yüzey gerilimi doğrudan ölçülebilir. Ölçüm yöntemleri statik ve dinamik yöntemler olarak ikiye ayrılmıştır. Statik yöntemler belirli bir zaman aralığında değişmeden kalan yüzeylerin yüzey gerilimini ölçme yöntemleridir. Kapiler boruda sıvı yükselmesi, damla ağırlığı ve maksimum baloncuk basıncı yöntemleri statik yöntemlere örnektir. Ayrıca sıvı yüzeyinden halka ve plaka koparılma direncine dayanan yöntemler de vardır. Dinamik yöntemler ise genişlemekte ya da daralmakta olan, henüz dengeye gelmemiş yüzeylerin gerilimini ölçmekte kullanılan yöntemlerdir.

Katı yüzeylerde de aynı sıvılardaki gibi moleküllerdeki denkleşmemiş kuvvetlerin etkilerinden dolayı serbest bir enerji meydana gelir, ancak katı yüzeydeki serbest yüzey enerjisi her noktada aynı değildir çünkü sıvı molekülleri sıvı yüzeyinde sürekli hareket halindeyken katı yüzeyinde böyle bir hareket yoktur. Katılar koparma sonucunda da deformasyona uğrar, bundan dolayı katıların yüzey gerilimi sıvılarda olduğu gibi doğrudan kopma direnci testleriyle ölçülemez.

William Thielicke, Creative Commons Attribution ShareAlike license, GNU Free Documentation License, http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lotus2mq.jpg



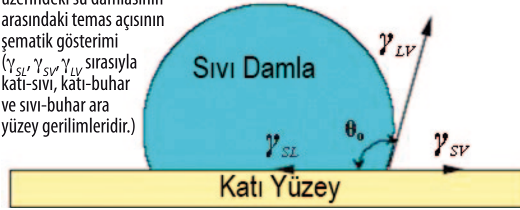
Prof. Dr. H. Yıldırım Erbil, İÜ Kimya Fak., Kimya Yüksek Müh. Bölümü'nü 1977'de bitirdi. Yüksek Lisansını, 1977-1978 yıllarında İngiltere, Aston Üniversitesi'nde yaptı. 1982-1985 arasında İTÜ'de doktorasını tamamladı. 15 yıl TÜBİTAK-MAM'da çalıştı ve burada 1988'de Doçent oldu. 2004 yılından beri GYTE Kimya Mühendisliği Bölümü'nde çalışmalarını sürdürüyor. Temel çalışma konusu polimerlerin yüzey özellikleridir. İngiltere ve Amerika'da yayımlanan 2 kitabı ve muhtelif kitap bölümleri var.



Arş. Gör. İkrime Orkan Uçar, Kocaeli Üniversitesi, Kimya Bölümü'nü 2003 yılında bitirdi. Yüksek lisansını Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Bölümü'nde 2006 yılında tamamladı. Aynı yıl, aynı bölümde Kimyasal Teknolojiler Anabilim dalında araştırma görevlisi olarak doktora eğitimine başladı ve halen devam etmektedir.

Temas Açısı Nedir?

Katıların yüzey gerilimi sıvılarınki gibi doğrudan ölçülemediği için katı bir yüzey bir sıvı ile temas ettiğinde meydana gelen etkileşmeleri gözlemlemeye dayanan yöntemler geliştirilmiştir. "*Temas açısı*", düz ve yatay duran bir katı yüzey ile bu katı yüzey üzerinde oluşturulan sıvı damlası arasında katı, sıvı ve hava (buhar) fazlarının kesiştiği noktada oluşan teğetin açısıdır (Şekil 1).



Şekil 1. Katı yüzey ile üzerindeki su damlasının arasındaki temas açısının şematik gösterimi (γ_{SL}, γ_{SV}, γ_{LV} sırasıyla katı-sıvı, katı-buhar ve sıvı-buhar ara yüzey gerilimleridir.)

Temas açısı ölçümlerinde çok fazla uçucu ve kıvamlı olmayan herhangi bir sıvı damlası (su, organik sıvılar, cıva gibi sıvı metaller dahil) kullanılabilir. Damla hacmi, yerçekiminden kaynaklanan etkiyi kaldırmak için 5-15 µl gibi küçük bir hacimde tutulur.

Temas açısının büyüklüğü, sıvının kendi molekülleri arasındaki çekim kuvvetleri (kohezyon kuvvetleri) ile sıvı-katı arası çekim kuvvetlerinin (adezyon kuvvetleri) göreceli büyüklüğüne bağlıdır. Kohezyon kuvvetlerinin büyüklüğü, adezyon kuvvetlerinin büyüklüğünden ne kadar fazla ise, sıvı-katı arasındaki temas açısı da o denli fazla olur. Yani düşük açı değerleri güçlü bir katı-sıvı etkileşmesini gösterir. Bu durumda sıvı katıyı iyi ıslatır ve katı üzerinde yayılır. Yüksek temas açısı değerleri ise zayıf katı-sıvı etkileşimini gösterir. Temas açısı eğer 90°den küçükse su katıyı ıslatıyor demektir ve böyle yüzeyler "*hidrofilik*" olarak nitelendirilir. Temas açısı 90°den büyük bir yüzey ise ıslanmayan yani "*hidrofobik*" bir yüzeydir. Tam küresel bir damla için temas açısı değeri 180°dir ve pratikte nadiren gözlenir. Bunun tersine, mükemmel (tam) bir ıslatma için temas açısının 0° olması gerekir. Bu durumda olan bir sıvı, katı yüzey üzerine ince bir tabaka halinde yayılır. Diğer taraftan, sıvıların ölçülen yüzey gerilimlerinden ve katı üzerinde bu sıvıların temas açılarından yararlanılarak türetilen denklemlerle katıların yüzey gerilimleri de hesaplanabilir.

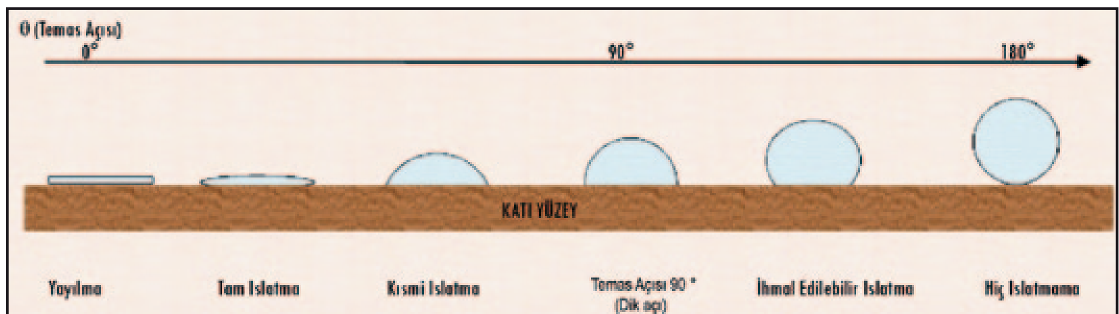
Katı bir yüzey üzerinde su damlasının temas açısı 150°den büyükse, o zaman bu yüzey "*süperhidrofobik*", söz konusu sıvı bir yağ (hidrokarbon) damlası olduğunda ve bu açı 150°den büyük olduğunda ise "*süperoleofobik*" olarak adlandırılır. (Şekil 2).

Kayma Açısı Nedir?

Katıyı hiç ıslatmayan bir damla, hafifçe eğim verilen bir yüzey üzerine bırakıldığında, tıpkı katı bir top gibi kaymadan ve yapışmadan yuvarlanma özelliğine sahiptir. Katıyı kısmen ıslatan damlalar ise bir zemin üzerine yapışır ve yuvarlanarak değil kayarak yer değiştirir (Şekil 3). Yüzeye bir eğim verildiğinde damlanın temas açısı, ilerleyen sıvı kenarında maksimum, gerileyen sıvı kenarında ise minimum değerine ulaşır ve damla hareketine devam eder. Bu maksimum ve minimum değerler sırasıyla "*ilerleme*" ve "*gerileme*" temas açıları, aralarındaki fark da "*temas açısı karmaşası*" olarak adlandırılır (Şekil 4). Temas açısı karmaşası değeri, ideal bir yüzey halinden sapmayı gösterir. Yüzey ne kadar düz, homojen, temiz ise o kadar ideale yakın olur; ilerleme ve gerileme açıları arasındaki fark da o kadar az olur. Katı yüzeydeki pürüzlülük, kimyasal heterojenlik ve kirlilik, ölçülen temas açısı karmaşasını artıran faktörlerdir. En önemli faktör olan yüzey pürüzlülüğü arttıkça, ilerleme ve gerileme açıları arasındaki fark da artar. Damlanın yüzey üzerinden kayabilmesi için gerekli açı ise "kayma açısı" olarak tanımlanır ve süperhidrofobik yüzeyler için 5°den küçüktür.

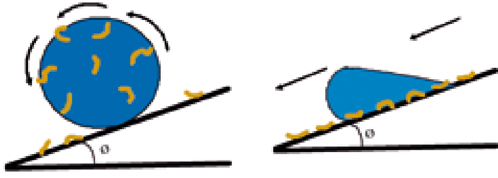
Doğal Süperhidrofobik Yüzeyler: Nilüfer (Lotus) Etkisi

Süperhidrofobikliğin bilim dünyası ile tanışması, çamurlu ve kirli ortamlarda yapraklarının hep temiz olması ile bilinen nilüfer çiçeğinin yapraklarının incelenmesi ile başlamıştır. Nilüfer çiçeği, yapraklarının kendini temizleme özelliğinden dolayı



Şekil 2. Su damlası ile verdiği açıya göre karakterize edilen yüzey çeşitleri

>>>



Şekil 3. Su damlası süperhidrofobik yüzey üzerinde adeta bilya gibi yuvarlanarak toz ve pislikleri temizliyor. (Ø = kayma açısı)



Şekil 4. Temas açısı karmaşasının şematik gösterimi (θ = denge temas açısı, θ_A = ilerleme temas açısı, θ_R = gerileme temas açısı)

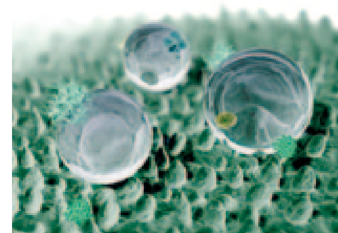
pek çok Asya kültüründe saflığın ve temizliğin sembolü kabul edilir. Bilim adamları, bu bitkinin yaprağının üzerine gelen toz tanelerini belli bir noktaya yönlendirdiğini, aynı noktaya doğru yönlendirilen yağmur damlalarının da bu tozları süpürerek geride tertemiz bir yaprak yüzeyi bıraktığını fark etti. Bu da, akla acaba bu yüzey nasıl bir yapıya sahip ki bu şekilde bir davranış sergiliyor sorusunu getirdi. Son yıllarda taramalı elektron mikroskobu (SEM) kullanımının yaygınlaşmasıyla, makroskopik olarak düzgün görünen bir yüzeyin mikroskopik ölçekte yüksek miktarda pürüzlülük içerdiği ortaya çıktı. Mikro ve nano büyüklükteki hidrofobik balmumu kristallerini yüzeyinde bir arada bulunduran nilüfer yaprağı da bu biyolojik yüzeylere örnektir. Şekil 5'te nilüfer çiçeği yaprağı üzerinde duran küresel su damlaları ve nilüfer çiçeği bitkisinin yaprağının bilgisayar ortamında oluşturulmuş görüntüsü yer alıyor.

Nilüfer yaprağı herhangi bir cisim ile temas ettiğinde yüzeyindeki temas alanını minimize eden çok sayıda mikro ve nano yapıların bileşiminden oluşur. Mikro yapılı epidermal hücreler nano büyüklükteki balmumu kristalleri ile örtülmüştür. Bu pürüzlerin arası hava paketçikleri ile doludur. Balmumu kristallerinin zor ıslanabilir olmasından ve çok sayıdaki hava paketçiklerinin varlığından dolayı yüzeydeki su damlaları küresel damlalar oluşturur, çünkü belli bir hacim için en küçük yüzey alanına sahip geometrik cisim küredir. Ayrıca yüzeydeki kirler, genellikle yaprakların pürüzlü yapısından büyük oldukları için yüzeyde tutunamazlar. Sonuç olarak temas alanı ve ara yüzey etkileşimi minimize edilmiş olur. Böylece nilüfer çiçeğinin üzerindeki kirler küresel su damlaları yoluyla yaprak yüzeyinden yuvarlanarak uzaklaşır ve geriye tertemiz bir yüzey kalır. Bu özellik ayrıca bakteri ve mikroplara karşı da önemli bir koruma sağlar, çünkü mikroskopik ölçekteki bu canlılar bile yüzeye tutunamaz ve böylece bitki toz, kir ve hastalıklardan uzak kalır.



Johannes Wienke, www.sxc.hu

Şekil 5. Nilüfer çiçeği yaprağı üzerinde duran küresel su damlaları ve nilüfer çiçeği bitkisinin yaprağının bilgisayar ortamında görüntüsü



Doğada süperhidrofobik özellik, sadece nilüfer çiçeği yapraklarına özgü değildir. Çok sayıda böceğin yapısının da süperhidrofobik özellik gösterdiği, kendi kendini temizleme yeteneğine sahip olduğu gözlemlenmiştir. Kelebek ve kuşların kanatlarından toz parçacıkları, çamur veya su damlaları kolaylıkla uzaklaşabilir; bu özellikleri yüzeylerinde mikro yapılar olmasından ileri gelir (Şekil 6). Ağustos böceklerinin kanatları çapları yaklaşık 70 nm olan, sıraya dizilmiş nano kolonlardan oluşur; kolon-kolon arası mesafe yaklaşık 90 nm'dir. Yüzeydeki bu mikro yapılar böceğin kanatlarına kendiliğinden temizlenebilme özelliği kazandırır.



Şekil 6. Bir kelebeğin fotoğrafı ve kelebek kanadının taramalı elektron mikroskobu (SEM) görüntüleri

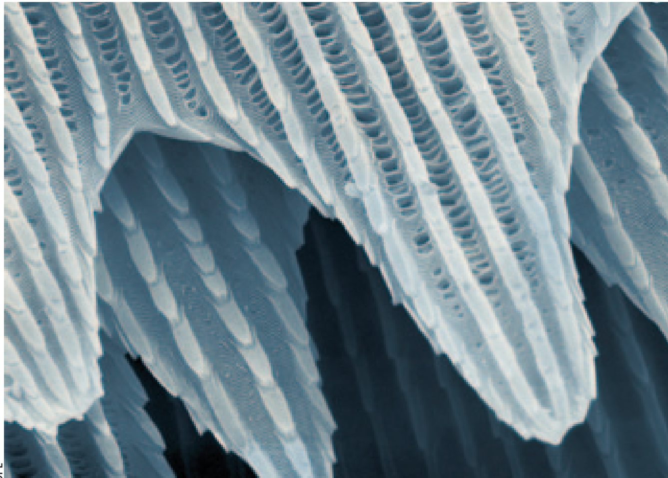
Pürüzlülüğün Temas Açısı Üzerine Olan Etkisi

Düz bir yüzey üzerinde ölçülen temas açısının, malzemenin yüzey hidrofilisite/hidrofobisite oranı hakkında nasıl bilgi verdiğini yukarıda öğrendik. Temas açısını etkileyen en önemli etkenlerden biri de yüzey pürüzlülüğüdür. Temas açısının düz yüzeylerde 90°den az olduğu hallerde su damlası katıdaki gözeneklerin, çukurların çoğunu doldurur ve içine işler. Temas açısının düz yüzeylerde 90°den büyük olduğu hallerde ise su damlası katıdaki gözeneklerin ve çukurların içine pek az girer ve su ile gözeneklerde tutulmuş olan hava paketçikleri arasında pratik olarak hiç adhezyon olmadığından temas açısı artar. Yüzey pürüzlülüğünü artırarak katı bir yüzeyin hidrofobik ya da hidrofilik özelliklerini artırmak mümkündür. Literatürde bu konuda çok sayıda çalışma vardır.

Sıvı Bilya

2000 yılından sonra olaya farklı bir bakış açısıyla yaklaşıldı ve katı yüzeylerin üzerinde değişiklikler yapmak yerine sıvı yüzeylerin üzerinde değişiklikler yaparak kirlenme ve ıslanma probleminin önüne geçilmeye çalışıldı. Sıvı bilyalar, üzerleri hidrofobik bir toz ile kaplanarak ıslatmama özelliği kazandırılan sıvı damlalarıdır (Şekil 7). Bir sıvı damlasının toz parçacıkları ile kaplanması yüzeye yapışmasını engellediği gibi bu sıvı bilyanın, katı bir küre gibi yuvarlanarak hareket etmesini de sağlar. Katı ile aralarında temas alanı olmadığı için, sıvı bilyalar katı yüzey üzerinde çok küçük miktarda bile sızıntı yapmadan, hızla hareket edebilen mikro su depoları gibi davranırlar. Bu ayrıca kirlilik problemlerini de önler ve yüksek yer değiştirme hızı oluşturur. Bir sıvı bilyanın ilk hareketi için gerekli kuvvet çok küçüktür.

Sıvı bilyalar üzerinde yeni çalışılan bir konu olduğu için, henüz geniş bir kullanım alanları yoktur, ancak farklı uygulamalarda kullanılmaları planlanmaktadır. Örneğin çok az sıvı kullanarak yapılmak zorunda olan genetik analizlerde, eldeki sıvının bir katı üzerine yayılarak kaybı engellenir. Bir diğer uygulamada ise, sıvı bilya mikro kimyasal tepkimelerde katalizör olarak kullanılır. Ayrıca sıvı bilyalar bir manyetik alan altında belli hedeflere yönlendirilebilir, bu özellik "*mikroakışkan*" yöntemlerinde çok yararlıdır. Sıvı yerine, sadece sıvıyı kaplayan tozun taşınmasının istendiği durumlarda da kullanılabilir; buna göre sıvı bilya önce hedefine ulaştırılır, daha sonra da içindeki sıvı buharlaştırılır. Ayrıca, sıvı bilyaların elektromekanik diskler ve valfler gibi sürtünmesiz mikro makinelerde kullanılma-



SPL



SPL

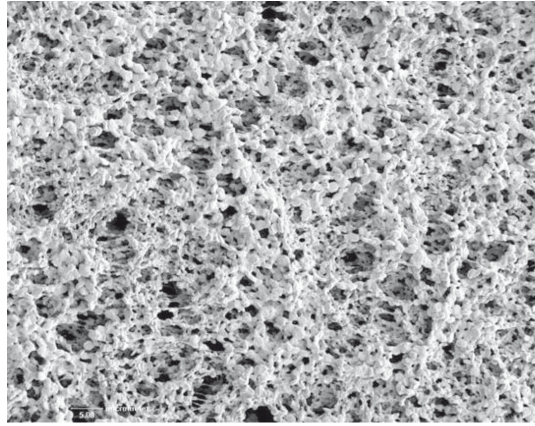
sı da planlanmaktadır. Sızdırmayan mikro su deposu olarak biyo-ilaçlarda, su yönetimi ve erezyondan korunma gibi alanlarda da kullanılabilirler.

Yapay Süperhidrofobik Yüzeyler

1990'lı yıllarda doğadaki süperhidrofobikliği temsil eden nilüfer çiçeği yaprakları, kuşlar ve kelebeklerin kanatları gibi yaşayan organizmalardan esinlenilerek, yapay süperhidrofobik ve süperoleofobik yüzeylerin sentezlenmesine başlandı. Endüstriden tıbba kadar geniş bir alanda kullanım sahası bulunan süperhidrofobik yüzeylere olan ilgi son yıllarda gerek pratik uygulamalarda gerekse temel araştırmalarda çok arttı. Kendini temizleme özelliğine sahip nilüfer yapraklarından ilham alınarak, su ile 150°den büyük temas açısı veren süperhidrofobik yüzeyler, genel olarak düşük serbest yüzey enerjili malzemeler kullanılarak ve yüzey pürüzlülüğü artırılarak hazırlanır. Başlangıçta sentezlerde uygulanan yöntemlerin çoğu hidrofobik yüzeyin pürüzlülüğünü arttırma amaçlı, mekanik ve kimyasal aşındırma gibi zor ve pahalı yöntemlerdi.

Basit Bir Plastikten Süperhidrofobik Yüzey Sentezi

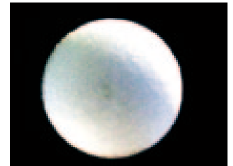
Ucuz bir polimer kullanarak kendi kendini temizleme yeteneğine sahip, süperhidrofobik kaplama oluşturabilen bir yöntem dünya literatürüne ilk kez Türkiye'den 2003 yılında gönderilen bir yayınla girmiştir. Bu çalışmada polipropilen polimeri (PP), ksilen çözücüsü kullanılarak çözülmüş, soğutma ve çözmeyen sıvı etkisiyle meydana gelen faz ayrımı esnasında cam lameller üzerine kaplamalar yapılmış ve bu kaplamalar çözücünün tamamen uçurulması sağlanarak elde edilmiştir. Çalışma aynı yıl *Science* dergisinde yayımlanmış ve 430'dan fazla atıf almıştır. Bu çalışma Amerikan Kimya Derneği tarafından 2003 yılının en çok beğenilen çalışmaları listesine seçilmiştir.

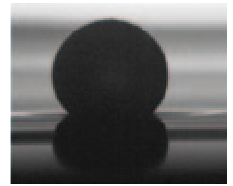




Şekil 8. Süperhidrofobik polipropilen yüzeyinin SEM görüntüsü ve süperhidrofobik polipropilen yüzey üzerinde oluşturulan su damlasının yatay görüntüsü (Erbil, H. Y., Demirel, A. L., Avcı, Y., Mert, O., "Transformation of a Simple Plastic into a Superhydrophobic Surface", Science, 2003)

Bu makalede, polimer çözeltisinin derişiminin artırılmasıyla kaplama kalınlığı ile yüzey pürüzlülüğü artırılmış, düz polipropilen yüzey için temas açısı 104° iken, ksilen içinde konsantre polipropilen çözeltisi kullanılarak temas açısı 149°ye kadar çıkarılmıştır. Çözmeyen solvent olarak metil etil keton (MEK) kullanıldığında en yüksek temas açısı (160°) elde edilmiştir. Bu yapıda, su damlası altında kalan gözenekler içindeki hava paketçiklerinin oranı artmış, bu da temas açısının değerinin 149°den 160°ye çıkmasına neden olmuştur (Şekil 8).





Şekil 7. Katı üzerinde duran ve su üzerinde yüzen bir sıvı bilyanın görüntüsü (Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Kimyasal Teknolojiler Anabilim Dalı Laboratuvarı).

Süperhidrofobik Yüzeylerin Uygulama Alanları

Kir tutmayan süperhidrofobik yüzeylerin planlanmış ve bazıları da yeni başarılmış uygulama alanları arasında şeffaf ve yansıma önleyici camlar, gözlükler, elektronik cihazlar için optik pence-



SPL





Şekil 9. Namib çölünde yaşayan *Stenocara* böceğinin fotoğrafı ve havanın neminden yoğunlaşma ile su üretme çalışmaları
(Solda: Hans Hillewaert, Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0; Sağda: Opur, http://commons.wikimedia.org)

reler, buğu tutmayan aynalar, su itici özelliğinden dolayı silecek gerektirmeyen otomobil camları, çamur ve kar tutmayan trafik lambaları, reklam panoları, buzdan etkilenmeyen televizyon antenleri, sürtünmesiz ve dolayısıyla kaybın olmadığı yüzeyler sayılabilir. Süperhidrofobik yüzeyler hayatımızın en önemli alanlarından biri olan tıp alanında da uygulama alanı bulmuştur. Kalp ameliyatlarında takılan stentlerin çeperlerinde kötü beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak zaman geçtikçe çeşitli maddeler birikmeye başlar. İşte bunun önüne geçmek için kanın ve içinde taşıdığı maddelerin yüzeye tutunmasını engellemek amacıyla süperhidrofobik malzeme kullanılır. Yine tıp alanında sıvıların kontrollü olarak taşınmasında da süperhidrofobik yüzeyler kullanılabilir. Bu yüzeyler enjekte edilen ilaçların hastalıklı bölgeye istenilen miktarda ve kayıpsız aktarılmasını sağlar.

Ve tekstil… Kir tutmayan süperhidrofobik kumaşlardan üretilen tekstil ürünleri kirlenmeyeceğinden yıkama gereksinimi de azalır. Böylece temizlik için kullanılan deterjanlardan tasarruf edilebileceği gibi temizlenen yüzeylerin mekanik aşınımının da önüne geçilir ve ürünlerin kullanım ömrü artırılabilir.

Namib çölünde yaşayan *Stenocara* böceğinin (Şekil 9) sırtındaki süperhidrofobik yapılar üzerinde meydana gelen mikrokondensasyon süperhidrofobik yüzeylerin uygulama alanlarının ne denli geniş olduğunun göstergesidir. Bu böceğin sırtı hidrofilik tepelerden ve süperhidrofobik kanallardan oluşur. Çölde sadece sabahın erken saatlerinde esen nemli rüzgârdan toplanan çok küçük su zerrecikleri, bu böceğin sırtında yoğunlaşma sonucunda gittikçe büyüyüp birleşir ve meydana gelen su damlası böceğin sırtından ağzına doğru yuvarlanır. Böylece *Stenocara* böceği susuz kalmamış olur. Bilim adamları buradan yola çıkarak ileride meydana gelebilecek susuzluğa karşı bu böceğin yüzeyini taklit ederek ürettikleri yüzeylerde havanın neminden yoğunlaşma ile su üretme çalışmaları yapıyor (Şekil 9).

Süperhidrofobik yüzeylerin son zamanların en ilgi çekici kullanım alanlarından biri de bizim de dahil olduğumuz "*yosun tutmayan gemi boyası*" yapımı projesidir. Deniz, göl ve akarsu ortamı ile temas halinde olan bütün yüzeylerde yosunların, biofilmlerin, kabuklu hayvanların, mikroorganizmaların yapışıp birikmesi ile kaplamalar oluşur. Bu biyolojik kirlilik, büyük gemilerin ve küçük yatların kütlelerinin artmasına ve sürtünmenin artması yüzünden % 40 civarında yakıt tüketimi artışına sebep olduğu gibi hızda ve manevra kabiliyetinde de düşüşe neden olur, ayrıca gemilerin kısa sürede kalafatlanmalarını zorunlu hale getirir. (Şekil 10)

Bu problem sadece gemilerle de sınırlı değildir. Okyanusta kullanılan ölçü ve denetim cihazları, deniz kenarına inşa edilmiş termik santrallerde soğutma işlerinde kullanılan ısı değiştiriciler, balık çiftliklerinde kullanılan balık ağları da bu problemden etkilenmektedir. Ayrıca tatlı sularda (göl ve nehirlerde) kullanılan yelkenliler, içme suyu tesislerinde kullanılan filtreler de biyolojik kirlenmenin hedefleri arasındadır. Sulamada kullanılan tatlı su kanallarının ve boruların tıkanması da ekonomik maliyetleri çok artırmaktadır. Günümüzde gemi boyalarında denizde yaşayan mikroorganizmaları öldürmek için kullanılan "biosid

kimyasalları" ise zehirli oldukları ve denizlerde ciddi çevre kirliliği yaratarak balıkların da ölümüne sebep oldukları için, yeni hazırlanan uluslararası çevre mevzuatları ile bunların kullanımı kısıtlanacak ve bir süre sonra tamamen yasaklanacaktır.

Biyolojik kirlenmeyi ve bunun beraberinde getirdiği olumsuz sonuçları kontrol altına almak amacıyla 2005 yılından sonra Avrupa Birliği-AMBIO projesi çerçevesinde ortak çalışmalar yapılmıştır. Projenin amacı, denizdeki kirletici organizmaların tutunmasını önlemeyi sağlayacak (yani yosun tutmayacak) farklı tiplerde nano veya mikro yapılı yüzey kaplamaları geliştirmektir. Deniz organizmalarının farklı yüzeylere nasıl tutunabildikleri, farklı pürüzlülüğe ve kimyasal yapılara sahip yüzeyler hazırlanarak araştırılmaktadır. Avrupa Birliği tarafından 6. Çerçeve Araştırma ve Teknolojik Gelişimler Programı kapsamında desteklenen, büyük bir entegre proje olan AMBIO Projesi adını "Advanced Nanostructured Surfaces for the Control of Biofouling" (Biyolojik kirliliğin kontrolü için geliştirilen nano yapılı yüzeyler) kelimelerinin bazı harflerinden almaktadır. AMBIO Projesi, disiplinlerarası bir projedir ve endüstrideki şirketleri, üniversiteleri ve araştırma kuruluşlarını kapsamakta, nano ve mikro malzeme üretimi, kimyasal, mühendislik, biyolojik değerlendirme ve son kullanıcıların yapacağı tüm denemeleri içermektedir. 2005-2010 arasında sürdürülen 5 senelik bu projenin, toplam bütçesi 17,9 milyon Euro'dur; bunun 11,9 milyon Euro'luk kısmı doğrudan Avrupa Birliği tarafından finanse edilmektedir. AMBIO projesinde Türkiye'yi "Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Kimya Mühendisliği Bölümü, Kimyasal Teknolojiler Anabilim dalı" olarak grubumuz temsil ediyor. Bu proje kapsamında grubumuzun sentezlediği polimerik yüzey kaplamalarının laboratuvar ölçeğinde elde edilen başarılı sonuçları nedeniyle, projenin 4. ve 5. yılında yapılan endüstriyel geliştirme basamağına da geçildi ve bu çalışmalar hâlâ devam ediyor. Yapılan araştırmalarda, hidrofobik yüzeylerin hidrofil yüzeylere oranla yosun sporu tutunmasını önlemede daha etkili olduğu sonucuna varıldı. Yüzeye tutunma, yüzeyin birkaç nanometre kalınlıktaki kısmında meydana gelir ve canlı organizmalar ile denize gömülmüş gemi ve platform gibi yapıların yüzeyleri arasındaki etkileşimlerden kaynaklanır. Denizdeki mikroorganizmalar her ne kadar hidrofobik yüzeyi daha çok sevseler ve daha çok yapışma eğilimi gösterseler de, bu mikroorganizmaların su ile basınçlı yıkama esnasında hidrofobik yüzeyler üzerinden hidrofilik yüzeylere oranla çok daha kolay ayrıldığı gözlemlenmiştir. Çünkü bu canlıların yüzeye yapıştıktan sonra salgıladığı glikoprotein yapışkanında hidrofilik gruplar vardır, bu da mikroorganizma ve yüzeydeki benzer kimyasal grupların birbirini çekerek bu canlıların kaplama yüzeyine gömülmesine neden olur. Böylece canlı organizma hidrofil yüzey üzerine bir kere yapıştı mı bir daha ayrılamaz. Bu canlılar hidrofobik yüzeyi sevmelerine rağmen salgılarının ve yüzeyin uyumsuzluğundan dolayı hidrofobik yüzey üzerine yerleşseler bile kuvvetlice tutunup yayılamaz, örneğin gemi harekete geçtiğinde tonlarca suyun etkisiyle yüzeyden sıyrılıp giderler.

Sonuç olarak kendiliğinden temizlenebilme özelliğine sahip, kir tutmayan yüzeyler üzerinde çok sayıda araştırma yapılmaktadır ve bu konu ileride geniş uygulama alanları bulacak olan, gelecek vaad eden bir konudur. Endüstriyel tarafının cazip olması, araştırmaların küçük çaplı laboratuvar ortamlarından, büyük çaplı üretim aşamalarına taşınmasının hedeflenmesine yol açmaktadır, bu nedenle çok sayıda bilim adamı bu konu üzerinde çalışmaktadır.



Şekil 10. Denizde biyolojik kirliliğe maruz kalmış yüzeyler
U.S. Geological Survey, http://woodshole.er.usgs.gov/operations/stg/Gear/tripod.htm

Kaynaklar
Erbil, H. Y., Demirel, A. L., Avcı, Y., Mert, O., "Transformation of a Simple Plastic into a Superhydrophobic Surface", *Science*, 2003.
Erbil, H. Y., "Surface Chemistry of Solid and Liquid Interfaces", Blackwell Publishing, 2006.
Erbil, H. Y. ve Cansoy, C. E., "Range of Applicability of the Wenzel and Cassie-Baxter Equations for Superhydrophobic Surfaces", Langmuir, 2009.
Dandan, M. ve Erbil, H. Y., "Evaporation Rate of Graphite Liquid Marbles: Comparison with Water Droplets", Langmuir, 2009.
Zhang, X., Shi, F., Niu, J., Jiang, Y., Wang, Z., "Superhydrophobic Surfaces: from Structural Control to Functional Application", *Journal of Materials Chemistry*, 2008.
Genzer, J., Efimenko, K., "Recent Developments in Superhydrophobic Surfaces and Their Relevance to Marine Fouling: A Review", Biofouling, 2006.
Uçar, İ. O., Cansoy, C. E., Erbil, H. Y., "Surface Characterization and Antifouling Effects of Large Area Micropatterned EVA-PP Blend Coatings", 3rd Joint ONR / AMBIO Workshop on Marine Adhesion and Antifouling: Concepts and Issues, Sedona, Arizona, 2007.

İlay Çelik

Gen Fabrikalarıyla Sentetik Yaşama Doğru

Beraberinde önemli tartışmaları getirse de canlıların genetik yapılarında değişiklikler yapmak biyoloji dünyasında bir rutin haline gelmiş durumda. Dünyanın dört bir yanında her gün çeşitli amaçlarla yüzlerce gen aktarımı gerçekleştiriliyor. DNA aktarma tekniklerinin 30 yaşını geçtiği günümüzde artık yalnızca yaşamın bileşenlerine yapılan müdahaleler değil tüm bir yaşamın inşası gündemde.
Yepyeni, uçuk, heyecan verici ve aynı zamanda da ürkütücü olabilecek gelişmelere gebe bu alanın adı sentetik biyoloji.

Jupiterimages

>>>

Sentetik biyoloji doğada bulunmayan yeni biyolojik parçaların, aygıtların ve sistemlerin tasarımı ve yapımı ile var olan biyolojik sistemlerin belirli görevler için yeniden tasarımı olarak tanımlanıyor. Dolayısıyla bir bakıma sentetik biyoloji, mühendislik yaklaşımının biyolojik sistemlere uygulanmasını da içeriyor. Daha önce genetik mühendisliği olarak adlandırılan yaklaşımda aslında bilim insanları farklı canlılar arasında DNA aktarımı yaparak bir nevi kes-yapıştır işlemi yapıyordu. Sentetik biyolojinin tanıdığı imkânsa daha çok kelime işlemcilerinin işlevlerine benzetiliyor: Genetik kodu okumak yerine yazmaya başlamak. Gen sentezleyiciler sayesinde DNA kodunun cümlelerini harf harf yazıyorlar. Koda daha önce doğada olmayan yeni harfler ekleyebiliyor, bunları yeni genetik ağlar şeklinde düzenleyebiliyor ve tüm bunları işlevsel olan ve kendini çoğaltabilen sistemlere dönüştürebiliyorlar. Sentetik biyologlar doğadaki tasarımlardan esinlenerek ihtiyaca yönelik yaşam biçimleri tasarlayabiliyorlar. Elektronik ve bilgisayar mühendisliğinden ödünç aldıkları kavramları kullanarak bakterilerin basitleştirilmiş biçimlerini tasarlıyor, bir yazılım ortamı olarak DNA'yı yeniden programlıyor ve insanların yönlendirebileceği yeni genetik sistemler planlıyorlar. Buna paralel olarak da tüm bunların gerçekleşebileceği, sayısız uygulamalara imkân tanıyan bir teknoloji yeşeriyor.

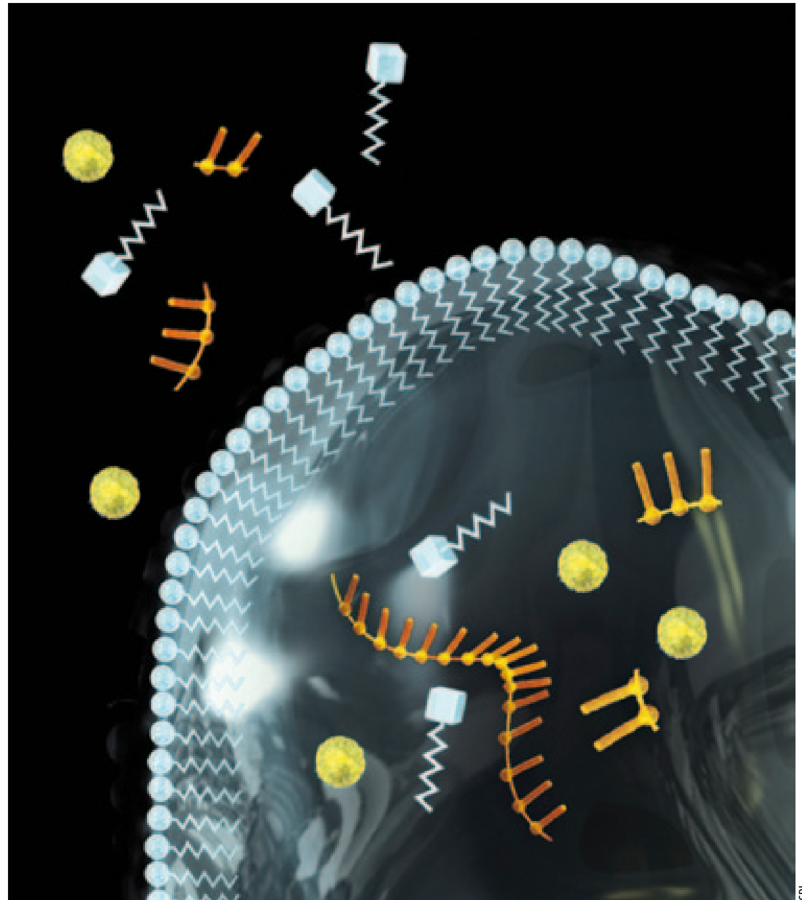
Sentetik biyolojinin merkezinde yaşamın tüm parçalarının sentetik olarak (yani kimyasal olarak) üretilebileceği ve bunlardan mühendislik yoluyla işlevsel organizmalar oluşturulabileceği inancı bulunuyor. Bilgisayar mühendisliği kavramlarına benzer şekilde DNA kodu, yaşamı yöneten yazılım, hücre zarı ve hücrenin içindeki tüm araçlarsa yaşamın donanımı olarak düşünülüyor.

DNA molekülünün yapay olarak üretilmesi yeni bir şey değil. Önceleri belli uzunluğu aşan DNA molekülleri üretmek teknik olarak mümkün olamıyordu. Yaklaşık 30 yıl kadar yapay DNA sentezi temel olarak uzun DNA moleküllerinin tüp içerisinde çoğaltılması için gereken öncül kısa DNA dizilerini üretmeyi amaçladı. Ancak yapay DNA sentezi teknolojileri zamanla gelişti ve bugün "gen fabrikaları" olarak nitelenen, uzun DNA moleküllerini (bütün genler hatta genomlar dâhil) üretebilen şirketler sipariş üzerine DNA dizileri sentezliyor. Bu teknolojilerin etkinliğinin ve işlem hızının önümüzdeki yıllarda hızla artacağı öngörülüyor. Hatta Washington Üniversitesi'nden sentetik biyoloji araştırmacısı Rob Carlson gen sentezleme makinelerinin etkinliğindeki ilerleme hızının en azından Moore Kuralı'yla yarışabilecek düzeyde olduğunu söylüyor (Intel'in kurucusu Gordon Moore, bilgisayar işlemcilerinin hızlarının iki yılda bir ikiye katlanıp, boyutlarının iki yılda bir yarıya ineceğini öngörmüş.).

Bugün sentetik biyoloji konusundaki öncü araştırma gruplarının yapmakta olduğu çalışmalar beş farklı yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

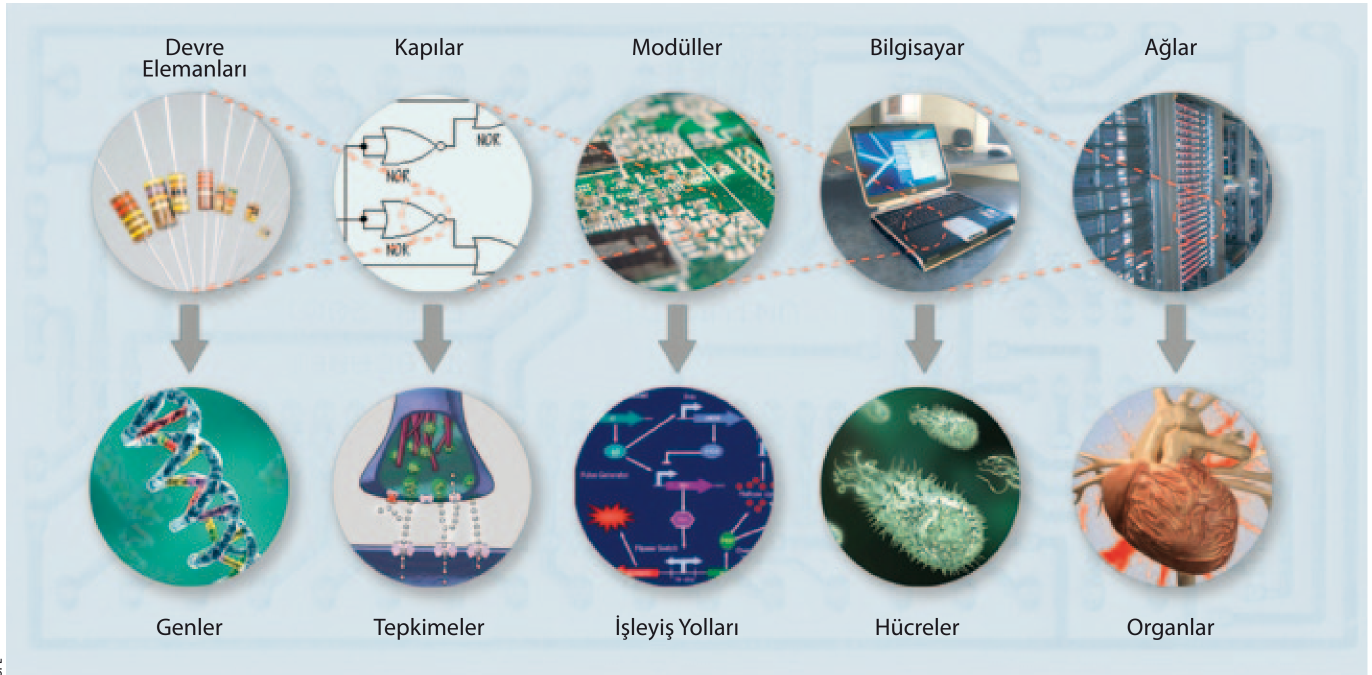
Minimal Mikroplar Üretmek

Yaşamı sentezleme yarışının önde giden isimlerinden biri ünlü genetikçi Craig Venter. Venter'ın kurduğu Genomik Araştırma Enstitüsü (TIGR) bir bakterinin yaşaması için gerekli minimum genleri belirlemek için Minimal Genom Projesi'ni (Minimal Genome Project) gerçekleştirdi. Kullandıkları bakteri, idrar yolu enfeksiyonuna sebep olan *Mycoplasma genitalium*'du. Bu bakteri bilinen en küçük genomlardan birine sahip (toplam 580.000 DNA baz çifti, 517 gene sahip). Projede organizmayı öldürmeden hangi genlere zarar verebileceklerini belirleyip her seferinde bir geni iptal ederek genomu küçülttüler. Sonunda ekip genomu 386 te-



Rasmussen ve ekibinin üzerinde çalıştıkları "öncül hücre"nin bilgisayar ortamında canlandırılması.

SPL



Biyolojik ve elektronik sistemlerin farklı karmaşıklık düzeylerindeki benzerlikleri

mel gene indirgediğini açıkladı. *Bacillus subtilis* adlı bir başka bakterideki 4100 geni 271'e indirgemeyi başardılar. *Escherichia coli* bakterisinde benzer çalışmalar devam ediyor.

Venter ve ekibinin bir minimal mikrop yaratmadaki nihai hedefi ise bu mikrobu, hücre içi mekanizmaları ticari açıdan faydalı işlevler gerçekleştirecek şekilde programlanmış yeni sentetik organizmalar üretmek üzere bir platform olarak kullanmak. Yani üretmek istedikleri minimal mikrobu, üzerinde kolayca istedikleri yönde değişiklik yapabilecekleri jenerik bir hücre olarak kullanmayı düşünüyorlar. Venter ve ekibi var olan bir bakterinin DNA'sını çıkarıp yerine sentetik olarak ürettikleri indirgenmiş mycoplasma genomunu yerleştirerek yaşayan ilk sentetik canlı türünü oluşturmaya yönelik çalışmalar yapıyor. Venter oluşturmayı hedefledikleri bu yeni canlıyı *Mycoplasma laboratorium* olarak adlandırıyor ve sentetik gen kasetlerini canlının sentetik genomuna ekleyerek ona çeşitli işlevler kazandırabilmeyi umuyor. Bu yönde yapmak istediği ilk uygulamalardan biri, yakıt olarak etanol ya da hidrojen üretimine katkıda bulunacak bir bakteri üretmek. Başka bir düşüncesi de iklim değişimini yavaşlatmaya katkıda bulunmak üzere yüksek miktarda karbondioksit tüketen bakteriler üretmek.

Ayrıca Venter, sentetik yaşam üretirken faydalı olabilecek çeşitlilikte bir gen havuzu oluşturabilmek için bir okyanus keşfi projesi yürütüyor. Okyanuslarda farklı yerlerdeki mikroorganizma örneklerinin DNA dizilimlerini belirliyor ve bir gen bankası oluşturuyorlar. Çeşitli çevre koşullarında yaşayan mikroorganizmalar yeni yaşam formlarına ve yeni enerji kaynaklarına temel oluşturabilecek metabolik ve genetik çeşitliliği sunuyor.

DNA Üretim Bandı

Bir başka yaklaşımsa doğada var olan genetik kodu fazla karmaşık ve kalabalık buluyor ve yeni bir kodun yazılmasını öngörüyor. Bu yaklaşımın temsilcilerinden Drew Endy, sentetik biyoloji kavramının oluşmasına katkı sağlayanlar arasında yer alıyor. Endy bir mühendis ve aynı zamanda bilgisayar programcısı olarak sentetik biyolojiyi bilgisayar ve elektronik mühendisliği metaforlarıyla tarif ediyor. Ona göre canlı bir organizma, içinde "hack"leyebileceğiniz DNA "yazılımını" barındıran genetik devrelerden oluşan bir bilgisayar ya da makine. Endy doğadakilere göre daha kolay anlayabileceğimiz sistemler yapmayı hedefliyor. İleride amaca uygun olarak tasarlanmış ve üretilmiş parçalardan rutin olarak sistemler oluşturulabileceğini umuyor. Endy ve çalışma arkadaşı, yapay zekâ uzmanı Tom Knight, bunu yapabilmek için bir bakıma elektronik devre elemanları gibi işlev görecek olan yüzlerce farklı DNA molekülü icat etmiş. Bunlar arasında genleri etkinleştiren ya da susturan diziler, hücreler arasında sinyalleri ileten ya da kırmızı, sarı, yeşil ve mavi arasında renk değiştiren diziler var. Knight ve Endy, bilim insanlarını

daha karmaşık genetik devreler oluşturmak üzere bu modülleri bir araya getirmeye teşvik ediyor. Bu modüllere Biobrick (biyotuğla) ya da standart parça diyorlar. Kâr amacı gütmeyen bir kuruluş olan Biobricks Derneği'nde kayıtlı 1500'den fazla Biobrick bulunuyor ve bu standart parçalar sentetik biyoloji araştırmacıları tarafından serbestçe kullanılabiliyor. Bu Biobrick'lerin her biri belli bir işlevi güvenilir bir şekilde yerine getirecek ve uzun devrelerin oluşturulması sırasında diğer Biobrick'lere kolayca uyum sağlayacak şekilde tasarlanmış DNA dizileri. Daha sonra tamamlanan devrelerin *E. coli* bakterisine, bir maya hücresine ya da başka bir mikroorganizmaya aktarılarak çalışıp çalışmadığının incelenmesi düşünülüyor.

Endy, Knight ve MIT'de birlikte çalıştıkları sentetik biyoloji araştırmacıları her yıl Uluslararası Genetik Mühendisliğiyle Makine Tasarımı Yarışması'nı (IGEM) düzenliyor. Yarışmada tüm dünyadan, sentetik biyoloji öğrencilerinden oluşan onlarca takım Biobrick'leri kullanarak en iyi yapay hayat biçimini tasarlamaya çalışıyor.

Sıfırdan Yaşam

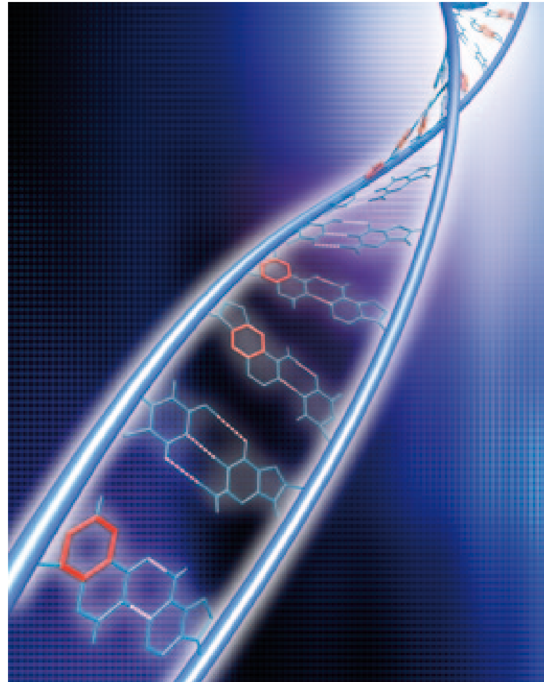
Sentetik biyoloji araştırma gruplarından birisi de DNA'yı hiç kullanmadan yapay yaşam formları yaratma girişimi içinde. Kuramsal fizikçi Steen Rasmussen'in yürüttüğü projede temel bileşenleri oluşturup bir deney tüpünde karıştırarak yaşamı yaratmaya çalışıyorlar. Rasmussen ve ekibi "öncül hücre" adını verdikleri sentetik sistemlerin yaşamlarını sürdürebilmek için üç unsura ihtiyaç duyacağını düşünüyor: enerji üreten ve kullanan bir metabolizma, bilgi saklayan bir molekül (DNA gibi) ve tüm bunları bir arada tutacak bir hücre zarı.

Rasmussen, içinde su bulunduran yağ yapılı bir zar (doğal hücrelerdeki durum) yerine suyu dışarıda tutan bir yağ zerreciği öngörüyor. Ayrıca bu sistem komutları taşımak için farklı bir çift sarmallı molekül kullanıyor: DNA yerine insan yapımı PNA (peptit nükleik asit) molekülü. PNA, DNA'yla aynı yapıda ve aynı kimyasal bazlara (A, T, C, G) sahip ancak DNA'nınki gibi şeker-fosfat yapılı bir iskelet yerine proteinlerin yapı birimleri olan peptitlerden oluşan bir iskelete sahip. Rasmussen'in çalışma arkadaşı, önde gelen kaos kuramcılarından Norman Packard, PNA'yı kullanmanın biyogüvenlik açısından DNA'yı kullanmaktan daha iyi bir fikir olduğunu, PNA doğada bulunmadığı için yeni yaşam biçiminin doğaya "kaçarak" sorun yaratmayacağını düşünüyor.

Rasmussen ve Packard Venedik'te yapay organizmalarını ya da bunların parçalarını ticari hale getirmek üzere bir girişim başlattı. Packard bu "aşağıdan-yukarıya" yaklaşımın Venter ve Endy gibi diğer sentetik biyoloji öncülerininkini geriden takip edeceğini kabul ediyor ancak "öncül hücre" yaklaşımının yaşayan ve yaşamayan sistemleri daha iyi anlamamızı sağlayacağını düşünüyor.

Biyokimyasal İşleyiş Yolları

Berkeley, Kaliforniya Üniversitesi'nden Jay Keasling değerli ilaçlar ve endüstriyel kimyasallar üretmek üzere hücrelerin genetik işleyiş yollarına müdahalede bulunuyor. Keasling ve ekibi izoprenoidler olarak bilinen bir grup bileşiği oluşturan kimyasal işlemleri gerçekleştirmek üzere birlikte çalışan bir düzine kadar gen sentezledi. İzoprenoidler çoğunlukla bitkiler tarafından üretilen doğal maddeler. Karmaşık yapılarından dolayı çoğunun kimyasal sentezi verimli olmuyor, doğal kaynaklardansa çok az miktarda elde edilebiliyorlar.


SPL

Eric T. Cool tarafından üretilen farklı yapıdaki DNA molekülü. XDNA adlı molekül daha geniş bir yapıda ve ısıya daha dayanıklı; ayrıca karanlıkta ışık yayıyor.

Keasling ve ekibi mikroorganizmalarda yeni metabolik yollar tasarlayıp onları "canlı kimya fabrikaları"na dönüştürerek bu kısıtlamaları aşmayı ve yeni ya da az bulunan izoprenoidleri üretmeyi umuyor. Dikkat çekici çalışmalarından biri sıtmaya karşı güçlü bir silah olan artemisinin adlı bileşiğe odaklanmış. Ekip sentetik biyoloji sayesinde sıtma tedavisi için daha önce kısıtlı miktarda bulunan bu maddenin çok miktarda ve çok ucuza üre-

tilebileceğini düşünüyor. Keasling kurdukları sistemin çok çeşitli ilaçların ucuz olarak üretilebileceği modüler bir platform oluşturduğunu söylüyor.

Aynı yaklaşımı benimseyen bir başka ekip San Francisco Kaliforniya Üniversitesi'nden Chris Voight'ın ekibi. Bir Salmonella bakteri türünü örümcek ipeği sentezindeki bir öncül maddeyi üretecek şekilde değiştirmişler. Örümcek ipeği Kevlar kadar dayanıklı ve on kat daha elastik.



SPL

Dünya'daki Genetik Sistemi Genişletmek

Dünyanın pek çok yerinde astronomlar uzayda dünya dışı yaşam sinyalleri ararken bir grup sentetik biyolog bu arayışı deney tüpünde sürdürüyor. Westheimer Bilim ve Teknoloji Enstitüsü araştırmacısı, sentetik biyolojinin öncülerinden Steven Benner doğal olmayan genetik sistemler kullanıldığında yaşamın nasıl olabileceğine ilişkin modellemeler yapıyor. Basit bir mantıktan yola çıkıyor: DNA'daki sınırlı molekül setinin evrende ortaya çıkmış tek yaşam biçimi olduğunu düşünmek için bir neden yok. Başka ne gibi yaşam türleri olabileceğine ilişkin modellere ihtiyacımız var.

Benner, çoğalabilecek ve DNA'nın yaptığı şekilde genetik bilgisini aktarabilecek bir dizi yeni biyolojik molekülün kimyasal olarak sentezlenebileceğini gösterdi. Benner, yapay genetiği Dünya'da yaşamın nasıl başladığı, nasıl evrimleştiği ve evrenin başka yerlerinde hangi biçimlerde olabileceği gibi temel soruları araştırmanın bir yolu olarak görüyor.

Yaklaşık 20 yıl önce Benner, normalde bulunan dört nükleotide ek olarak iki yapay nükleotid içeren DNA'nın üretildiği bir araştırma yürütmüş. Daha sonra nükleotidlerin sayısının 12'ye çıkarılabildiğini göstermiş. Benner bu genişletilmiş sisteme AEGIS adını vermiş ve sistemin lisansını EraGen adlı şirkete devretmiş. Şirket genişletilmiş genetik alfabeyi "devrim niteliğinde bir moleküler tanı teknolojisi platformu" olarak niteliyor. Sistemi Kistik Fibroz tanısına ve hastalık yapıcı biyolojik savaş ajanlarının tespitine yönelik testler gibi ürünlerde kullanmış.

2004 yılında Benner altı harfli DNA benzeri bir molekülün, polimeraz zincir tepkimesi olarak bilinen, doğal yapıdaki DNA moleküllerinin hücre dışında çok sayıda kopyalanmasını sağlayan rutin işlemi desteklediğini gösterdi. Doğal polimeraz enzimi yapay baz çiftlerini reddettiği için Benner'ın, enzimin uyumlu bir yapay versiyonunu üretmesi gerekti.

Başka sentetik biyoloji araştırmacıları Benner'ın öncü çalışmalarından yola çıkarak yapay genetik sistemlerin pratik uygulamalarını geliştiriyor. Kaliforniya'da, La Jolla Scrips Enstitüsü'nden biyokimyacı Floyd Romesburg, 2005 yılında DNA'da doğal olarak bulunan dört baza F harfiyle temsil edilen, florobenzenden yapılan yeni bir baz ekledi ve değiştirilen biyomoleküllerin kendini çoğaltmasını sağlayan bir enzimi üretmeyi başardı. Stanford Üniversitesi'nden kimyacı Eric T. Kool'sa var olan A ve T baz çiftini daha büyük bir hale getirerek karanlıkta parlayan ve yüksek sıcaklıklarda alışılmadık biçimde kararlı kalan daha geniş bir çift sarmal üretti.

Sentetik Biyoloji Neler Vadediyor?

Sentetik biyolojinin yaşam bilimleri alanında endüstriyi, araştırmayı, eğitimi ve istihdamı, bilgisayar endüstrisindeki gelişmelerin 1970'lerden 1990'lara kadar yaptığı etkilerle karşılaştırılabilecek ölçüde etkileyeceği düşünülüyor. Canlı organizmaların değiştirilmesine yönelik metodolojiyi kökten bir şekilde değiştirmesinden dolayı sentetik biyoloji geleneksel biyoteknolojinin üstesinden gelemediği pek çok problemi çözebilir.

Geleneksel biyoteknoloji pek çok başarıya imza atsa da bu alandaki gelişmeler genellikle yavaş ve masraflı oluyor. Biyomühendisliğin tipik bir yaklaşımı, çok büyük aday biyolojik molekül (gen, protein vb.) kütüphanelerinin taranmasını gerektirebilen ve optimizasyonu zor olan ampirik ve evrimsel

işlemleri kullanarak, yeni işlevlere sahip hücreler ya da moleküler bileşenler üretmektir. Günümüzde bir biyoteknologun herhangi amaca ulaşabilmesi için geniş bir teknoloji yelpazesinde ustalaşması gerekiyor. Biyoteknolojik gelişmelerin sentetik biyoloji prensiplerine uyarlanmasının araştırma-geliştirmenin çok daha hızlı ve düzenli bir biçimde ilerlemesini sağlayacağı düşünülüyor. Tasarım kurallarının getirilmesi, tasarımın ve üretimin birbirinden ayrılması, standartlaştırılmış biyolojik parçalara bağlı kalınması gibi faktörler geleneksel biyoteknolojinin karşılaştığı pek çok problemin üstesinden gelinmesini sağlayabilir.

Biyolojik tasarıma yönelik akılcı ve bilgi temelli yaklaşımından dolayı sentetik biyoloji biyoteknolojinin amaçlarına daha çabuk ve ucuz şekilde ulaşılmasını sağlayacak. Sentetik biyoloji evrimsel yöntemlerle ve tarama işlemleriyle elde edilemeyecek gelişmeler de sağlayacak, örneğin organik bileşiklerin hücre temelli sentezini yapabilmek için sentezdeki karmaşık enzimatik işlem dizilerinin hücre içerisinde eşgüdümlü olarak gerçekleşmesi sağlanabilecek.

Sentetik biyolojinin günlük hayatımıza sağlayabileceği katkılar, büyük kısmı henüz kavramsal tasarım (hatta hayal) düzeyinde olsa da, geniş bir yelpaze oluşturuyor.

Biyotıp

Sentetik biyolojinin en heyecan verici olasılıklarından biri dokuları tamir etmede ve yenilemede kullanılacak karmaşık moleküler aygıtların tasarımı olabilir. Böyle bir sistem bir algılayıcı ve bir grup enzimden oluşabilir. Sistem örneğin kan damarları içerisindeki hasarı algılayıp, plakları çözüp, damar çeperlerini oluşturan özel endotel dokusunun yenilenmesini tetikleyerek çalışabilir.

Akıllı İlaçlar

Sentetik biyoloji, ilaçları pasif şekliyle hapseden ve etkinliği gerekli olana kadar ilacı bu durumda saklayan sentetik moleküler modüller oluşturma yaklaşımında hızlı gelişmeler sağlayabilir. Akıllı ilaç, tıbbi bilgiyle programlanmış bir tanı modülü içerir; hastalıkların moleküler işaretçilerini doğrudan algılayabilir ve tanı kararı verebilir. Bu karar da ilacın etkinleştirilmesi işlemini başlatır. İdeal olarak akıllı ilaç, hastanın düzenli olarak kullandığı, sadece hastalıklı hücrelerle karşılaştığında etkinleşecek özellikte olacaktır.

Biyolojik Salım Sistemleri

Sentetik biyoloji örneğin belli bir hormonun düzeyindeki değişimleri algılayarak kimyasal ya da biyolojik bir bileşiği salgılayacak moleküler aygıtların tasarımında da faydalı olabilir. Böyle bir aygıt için biyosensörlerin, ilacı kaplayacak bir malzemenin ve depolanan ilacı salgılayacak, enzimlere dayalı bir sistemin geliştirilmesi gerekir.

Tedavi için Kullanılan Virüsler

En bariz uygulamalardan birisi de sağlıklı genleri hedef dokuya etkin biçimde aktaracak virüslerin tasarımı ya da mevcut virüslerin bu amaç için değiştirilmesi. Benzer şekilde belirli hücreleri tanıyarak onları hücre yıkımı için hedef haline getirecek virüslerin tasarımı da olasılıklar arasında.

Kişiselleştirilmiş Tıp

Çalışma şekli, formülasyonu, dozu ve salım kinetiği açısından hastanın ihtiyaçlarına adapte olabilen biyolojik kökenli ilaçlar tasarlanabilir.

İnsan Sağlığını Geliştiren Hücreler

İnsan hücrelerine yeni özellikler kazandırılarak bu hücreler vücuda geri verilebilir. Örneğin bağışıklık tepkisinde görevli hücrelerin belirli virüsleri ya da bakterileri tanımaya ve onları mevcut bağışıklık sisteminin yapabildiğinden daha etkin bir biçimde yok edebilmeye programlandığı bir sistem düşünülebilir. Bu yaklaşım özellikle de yeni ortaya çıkan bulaşıcı hastalıklarla mücadelede faydalı olabilir.

Kompleks Maddelerin Sentezi

Birden fazla biyolojik işleyiş yolunu bir araya getirme, kullanma, değiştirme ve uyarlama yetisi, doğal ve doğal olmayan maddelerin üretiminde geniş imkânlar sağlayabilir. Bu işleyiş yollarının, örneğin bakteriye aktarılması, daha önce sentezlenmesi çok zor olan bileşiklere erişim sağlayabilir. Değiştirilen biyosentetik işleyiş yolları gitgide istenen özelliklere sahip daha karmaşık doğal maddelerin (örn artemisinin) üretimine imkân tanıyabilir.

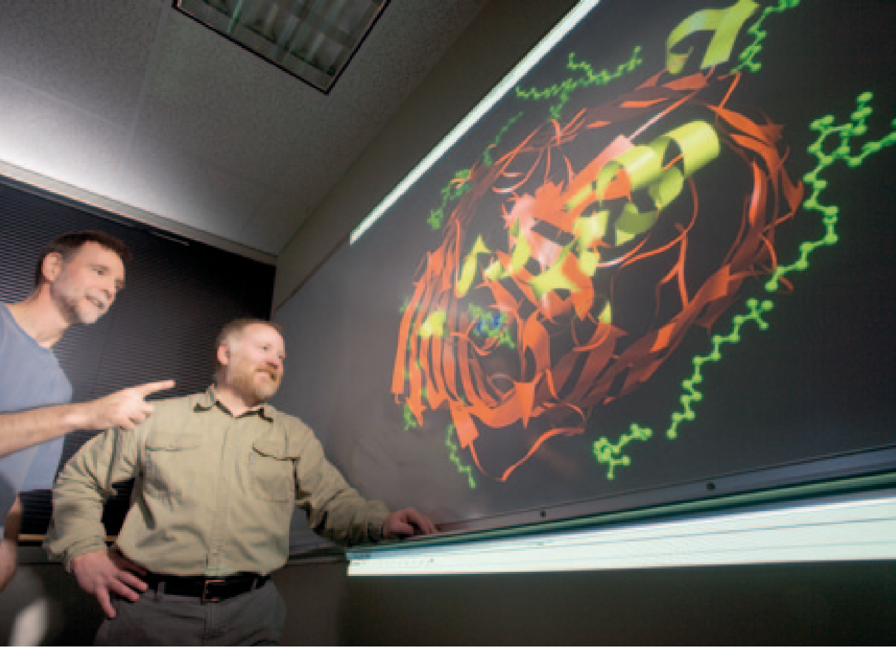
Yaşamın Kimyasını Genişletme

Tasarım odaklı sentetik biyolojideki temel sorunlardan biri de yaşayan sistemlerin moleküler temelini değiştirmek, örneğin canlı organizmaya değiştirilmiş ya da yeni biyokimyasal etkinlikler kazandırmak.

Yaşamın kimyasını genişletmenin en ümit vadeden yollarından biri genetik alfabeyi dört karakterden (A, T, C, G) daha fazla karakter içerecek şekilde değiştirmek. Bu, yeni bilgi çeşitlerinin genetik olarak kodlanmasına ve nükleik asit ve protein kimyasında geniş uygulamalara imkân sağlayabilir.

Nükleik asitler tedavi için ümit vaat eden moleküller ancak bu işlevinin önünde doğal RNA-DNA kimyasından kaynaklanan engeller bulunuyor. Değiştirilmiş nükleik asitler hücre zarlarından daha kolay geçebilir. Bu şekildeki pek çok molekül te-

davi için potansiyel gösterdi ancak bunların ekonomik düzeyde toplu üretimi zor, bu da gündeme genişletilmiş genetik alfabeye sahip organizmaları getiriyor. Nükleik asitler ayrıca nano ölçekli yapıların ve aygıtların sentezi için çok yönlü bileşenler olarak görülüyor.



SPL

Genişletilmiş genetik koda sahip olup proteinleri doğal olan 20 aminoaside ek olarak yapay amino asitler içeren canlılar,yeni ya da geliştirilmiş özellikteki (örn. daha uzun yarı ömre sahip) protein ilaçların üretimini sağlayabilir. Bu şekildeki doğal olmayan protein ilaçlar şimdiden endüstriyel uygulamalarda yerini alıyor.

Sürdürülebilir Kimya Endüstrisi

Dünyadaki fosil yakıt kaynakları tükenmeye devam ederken kimyanın yeni bir hammadde kaynağına olan ihtiyacı da artıyor. Sentetik kapasiteleri açısından günümüz organik kimya endüstrisinin "ürün ağacı"nı yansıtan bir grup organizma hayal edilebilir.

Çevre ve Enerji

Biyoremediyasyon

Kirleticilere maruz kalmış doğal alanların mikroorganizmalar, mantarlar, bitkiler ya da bunların enzimleri kullanılarak eski haline getirilmesi sürecine biyoremediyasyon deniyor. Bakterilerin, mantarların ve diğer mikroorganizmaların topraktaki zehirli atıkları temizleyecek şekilde değiştirilmesi, çevre çalışmalarında uzun süredir benimsenen bir yaklaşım. Daha gelişmiş temizleme kapasitesi ve ekosistemlere daha etkin uyum özelliklerine sahip mikroorganzimaların tasarlanması bu çalışmalarda büyük gelişmeler sağlayabilir.

Enerji Üretimi

Yenilenebilir enerji kaynaklarının fosil yakıtların yerini alması gerekiyor. Sentetik biyoloji bu geçişi mümkün ve güvenilir hale getirebilir. Bunun için de mevcut güneş enerjisi ve doğal ya da atık maddeleri biyoyakıtlara dönüştürecek kimyasal işleyiş yolları tasarlanması gerekir.

GDO Güvenliği

Organizmalara aktarılan genlerin doğal olmayan nükleik asitlerle kodlanması genetik değişiklik için daha güvenli bir yaklaşım olabilir, çünkü aktarılan genin varlığı, doğal olmayan nükleik asitin dışarıdan sürekli takviyesini gerektirecektir. Bu durumda örneğin bir genetik değişikliğin ortadan kaldırılması için nükleik asit takviyesinin bitkinin hasat zamanı yaklaştığında sonlandırılması yeterli olacaktır.

Akıllı Maddeler ve Biyomalzemeler

Biyolojik sistemler, atomik hassasiyette sentez yapar, karmaşık heteropolimerlerin sentezinde tam olarak tekrarlanabilen yapılar oluşturur. Genetik mühendisliği hücrelerin bu yeteneğini daha önce de kullandı, örneğin tam olarak önceden belirlenmiş zincir uzunluğuna ve çeşitli faydalı özelliklere sahip peptit temelli yapay polimerlerin üretilmesinde. Sentetik biyoloji, üretilebilecek malzemeleri ve elde edilebilecek özellikleri çok daha geniş bir yelpazeye taşıyor. Üretilen hücreler, çapraz bağlanma yeteneği ya da faydalı elektrik ve optik davranış gibi malzeme özelliklerine sahip, doğal olmayan amino asitler içeren polipeptitler oluşturacak.

Sentetik biyolojiden faydalanabileceği düşünülen malzeme sentezleme ve işleme alanları şunlar:

- biyomedikal malzemeler
- mikroelektronik ve bilgi teknolojisi
- dayanıklı kompozitlerin geliştirilmesi
- algılayıcılar ve gerçekleştiriciler
- enerji dönüşümü için malzemeler

Olası Riskler

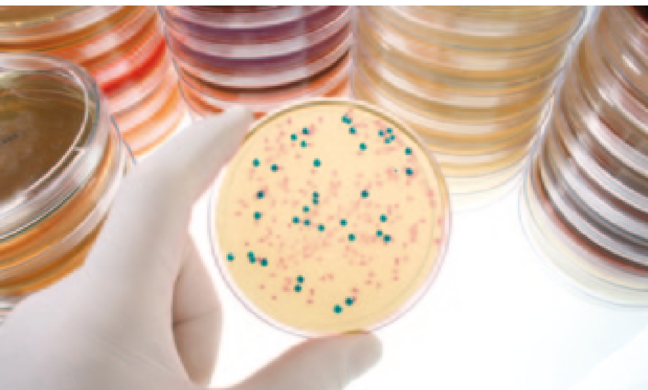
Hayatımızın çok çeşitli alanlarında faydalı uygulamalar için potansiyel taşıyan bu yeni teknolojinin olası riskleri de doğal olarak en büyük tartışma konularından biri. Sentetik biyolojiye ilişkin risk değerlendirmesinde bariz iki nokta ön plana

<<<

çıkıyor. Öncelikle değiştirilen mikroorganizmalar kendi kendilerine çoğalabildikleri ve evrimleşebildikleri için zehirli kimyasallar ve radyoaktif maddelerden farklı bir risk sınıfına giriyor. İkincisi, sentetik biyolojinin bazı riskleri şu anda belirlenemez durumda, yani alanın bu erken gelişim evresinde öngöremediğimiz bazı riskler olabilir.

Rekombinant DNA teknolojisi ile ilgili geçmiş göz önüne alındığında üç ana tehlikeden söz edilebilir. Birincisi, mikroorganizmaların laboratuvardan dışarı kaçmasıyla ilgili. Sentetik mikroorganizmalar kazara laboratuar dışına kaçıp, dışarıda çoğalıp çevreye ya da halk sağlığına zarar verebilir. Yakın gelecekte sentetik genetik sistemler iyi bilinen mikroorganizmalara genetik devrelerin aktarılmasıyla oluşturulacağı için risk, belli sınırlar içinde kalabilir gibi görünüyor. Ancak on yıldan sonra sentetik genomlar sıfırdan Biobrick'ler ya da benzeri modüller kullanılarak oluşturulabilir ve bu durumda oluşan mikroorganizmanın belli bir soyağacı olmayacağı için mikroorganizma beklenmedik özellikler gösterebilir. Bu da laboratuvar dışına kaçması durumunda, yeni ekolojik nişlere yayılımı ve yeni, tehlikeli özellikler geliştirmesi dahil yaratabileceği risklerin öngörülmesini büyük ölçüde zorlaştırır. Sentetik mikropların risklerini azaltmak için benimsenebilecek bir yaklaşım, mikrobu laboratuvar dışında hayatta kalamayacak şekilde tasarlamak.

Sentetik mikroorganizmalara ilişkin en olası risklerden biri de saha denemelerinde ortaya çıkabilecek tehlikelerle ilgili. Sentetik biyolojinin, tarım ya da biyoremediyasyon gibi kimi uygulamaları, işin doğası gereği saha denemeleri gerektiriyor. Kuramsal olarak bu tür denemelerde üç tür risk söz konusu. Organizma yerel florayı ya da faunayı rekabet ya da enfeksiyon sonucu bozabilir, hatta en kötü durumda bazı türlerin yok olmasına sebep olabilir. Organizma bir bölgeye yerleştikten sonra bölgede kendi kendine çoğalabilir ve temizlenmesi imkânsız hale gelebilir. Sentetik organizma, habitatın bazı özelliklerine zarar vererek doğal dengeyi bozup çevresel zarara sebep olabilir.


Jupiterimages

Sentetik organizmalarla ilgili üçüncü genel risk alanı ise bunların kasıtlı olarak kötüye kullanılması. 1972 yılında imzalanan Biyolojik ve Zehirli Silah Anlaşması (BWC) mikrobik ya da başka biyolojik ajanların, zehirlerin (barışçıl amaçlarla kullanmak üzere yetkinin olmadığı durumlarda) geliştirilmesini, üretimini, depolanmasını ve taşınmasını yasaklıyor. Böylece mikroorganizmaların düşmanca kullanımını da dolaylı olarak yasaklıyor. Ancak anlaşmayı tüm ülkeler imzalamadığı için resmi doğrulama mekanizmaları yetersiz kalıyor ve sentetik biyolojinin kötü amaçlarla kullanımını önlemeye yönelik pek bir şey yapılamıyor. Şu anda sentezlenebilen patojen genomları sınırlı sayıda ve bunlar sadece genom dizilimleri ortaya çıkarılanlara ait. Bu yüzden şu anda risk düşük görünüyor. Ancak bu alanın yakın gelecekte gelişeceği ve tamamen sentetik mikroorganizmaların üretileceği düşünülürse kaygılanmak da yersiz sayılmaz.

Sentetik biyolojinin kazara oluşabilecek ya da kasıtlı oluşturulabilecek zararları bu konuda bir politika oluşturulmasını gerekli kılıyor.

Sentetik biyolojinin ticari uygulamalarına karşı kamuoyu tepkisini de dikkate almak gerekiyor. Bu tür ürünler bir süre daha görünmeyecek de olsa, örneğin bir araştırma grubunun laboratuarda hızla çoğalabilen tamamen yeni bir yaşam biçimi oluşturduğuna yönelik bir haberin olası etkisi tahmin edilebilir. Bilinmezlikten gelen korku uygunsuz bir tepki oluşmasına, dolayısıyla da bilimsel çalışmaların sekteye uğramasına ve kamu çıkarlarının doğru şekilde korunamamasına sebep olabilir.

Sentetik biyolojiye ilişkin risklerin değerlendirilmesi ve öngörülmesiyle ilgili güçlükler göz önüne alındığında sentetik biyolojinin daha önce rekombinant DNA teknolojisi için uygulanan düzenlemelerden farklı bir yaklaşım gerektirdiği anlaşılıyor. Bu alandaki araştırmaların sorumluluğu ve kontrolüyle ilgili mantıklı yaklaşımlar geliştirmek için sentetik biyolojinin önde gelen uygulayıcılarını, biyogüvenlik uzmanlarını, sosyal bilimcileri, etikçileri, hukuk uzmanlarını bir araya getirmenin faydalı olacağı düşünülüyor.

Kaynaklar

Synthetic Biology: Applying Engineering to Biology, Report of a NEST High-Level Expert Group, European Commission Directorate-General for Research 2005, (ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nest/docs/syntheticbiology_b5_eur21796_en.pdf)

Extreme Genetic Engineering-An Introduction To Synthetic Biology, ETC Group, (http://www.etcgroup.org/upload/publication/602/01/synbioreportweb.pdf)

"The Promise and Perils of Synthetic Biology", Tucker J. B., Zilinskas R. A., *The New Atlantis*, (http://www.thenewatlantis.com/publications/the-promise-and-perils-of-synthetic-biology)

http://bbf.openwetware.org

Alp Akoğlu

Coriolis Etkisi

Çok bilindik bir şehir efsanesi vardır: Lavabonuzdaki su, ekvatorun kuzeyinde mi yoksa güneyinde mi olduğunuza bağlı olarak farklı yönlerde dönerek boşalır. Kuzeydeyseniz saat yönünün tersinde, güneydeyseniz saat yönünde dönen bir girdap oluşturur. Doğaya baktığımızda özellikle "siklon" olarak adlandırılan hava sistemlerinin gerçekten bu şekilde hareket ettiği görülüyor. Peki, bu bir efsane mi yoksa gerçek mi?


Jupiter Images

Bugün 25 yaşının üzerindeki herkes Barış Manço'nun 7'den 77'ye adlı programını hatırlar. Programın bir bölümünde Barış Manço ekvator çizgisi üzerinde "lavabodan boşalan su" deneyi yapan bir göstericiyle beraberdi. Gösterici içi su dolu ve dibinde delik bulunan bir kapla ekvatorun birkaç adım kuzeyinde ve birkaç adım güneyinde suyun farklı yönlerde dönerek boşaldığını, uygulamalı olarak anlatıyordu. Üstelik tam ekvator çizgisi üzerindeyken su hiçbir yöne dönmeden boşalıyordu. Buna yol açan etkinin de Coriolis etkisi olduğu söyleniyordu.

Coriolis etkisini doğada gözlemek mümkün. Örneğin, büyük hava sistemleri olan siklonlar, kuzey yarıkürede saat yönünün tersinde, güney yarıküredeyse saat yönünde döner. Yukarıda sözünü ettiğimiz "lavabodan boşalan su" deneyi de Coriolis etkisine bağlansa da, aslında ekvatora bu kadar yakın mesafelerde ve bu kadar küçük ölçekte bu etkinin hissedilmesi mümkün değil. Bu gösteride turistlerin nasıl "aldatıldığına" yazının sonunda değineceğiz.

Coriolis etkisini anlamanın en iyi yolu basit bir düşünce deneyi yapmak. Dönen bir atlıkarıncada birbirine zıt yönlerde oturan iki çocuk düşünün. Çocuklardan biri diğerine doğru bir top fırlatsın. Top havadayken atlıkarınca dönmeye devam edeceğinden top diğer çocuktan uzakta bir yere (çocuk atlıkarıncayla birlikte hareket ettiğinden), çocuğun gerisinde bir yere düşer. Çocukları dışarıdan izleyen gözlemciler topun havada doğrusal bir yol izlediğini görür. Yine dışarıdaki gözlemci atlıkarıncanın dönüş hareketini de gördüğünden bu olay ona garip gelmeyecektir. Atlıkarıncadaki bir gözlemciye göre durum farklıdır. Hele bir de kendilerini oyuna kaptırıp dönen bir atlıkarınca üzerinde bulunduklarını unuturlarsa durum iyice şaşırtıcı olabilir. Çocuklar attıkları topun havada eğri bir yol izlediğini görür. İşte bunun nedeni Coriolis etkisidir. Topun diğer çocuğa ulaşması için, topu atan çocuğun, top karşısındaki çocuğa ulaştığında çocuğun nerede olacağını hesaplayıp topu ona göre fırlatması gerekir.

Coriolis etkisi sıklıkla bir kuvvet gibi algılanır. Eğer atlıkarıncadaki çocuklardan ya da gözlemcilerden biri olsaydınız ve bu etkiden haberiniz olmasaydı, büyük olasılıkla siz de böyle düşünürdünüz. Çünkü normal koşullarda topun böyle eğri bir yol üzerinde ilerleyebilmesi için bir kuvvet tarafından itilmesi ya da çekilmesi gerekir. Ne var ki böyle bir kuvvet yoktur ve bu durum tamamen gözlemcinin yönünün sürekli olarak değişmesinden kaynaklanır.

Daha geniş ölçekte düşünürsek, aslında hepimiz yaklaşık 24 saatte bir tur dönen, dev bir atlıkarıncanın üzerindeyiz. Dünya'ya uzaydan, Kuzey Kut-

bu üzerine denk gelen sabit bir noktadan bakabilseydik yerin saat yönünün tersinde döndüğünü görürdük. Güney Kutbu üzerinden bakabilseydik, bunun tersini yani yerin saat yönünde döndüğünü görürdük. Tıpkı atlıkarıncada olduğu gibi, Dünya üzerinde de dönmenin etkisiyle benzer durumlarla karşılaşırız. Yeryüzünde sabit duran cisimler bundan etkilenmez. Çünkü sürtünme sayesinde Dünya'yla birlikte hareket ederler. Ancak uçaklar ve roketler gibi uzun mesafeler kat eden araçlar, büyük hava ve okyanus hareketleri bundan etkilenir.

Dünya'nın dönüşünden kaynaklanan Coriolis etkisi ekvatora yaklaşıldıkça zayıflar, ekvatorda sıfıra düşer. Dünya'ya "nız, yerin döndüğünü değil belli bir " doğru hareket ettiğini görürsünüz. Buradaki hareket dönme eksenine göre dik olduğundan Coriolis etkisi burada gözlenmez. Ekvatorun yakınlarında (özellikle birkaç adım yukarısında ve aşağısında) bu etki sıfır denecek kadar zayıftır. Dolayısıyla lavabodan boşalan suyun yönüne etki edemez.

MIT'den (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü) bir grup araştırmacı, bu deneyi tekrarlamaya karar vermişler. Neredeyse mükemmel derecede simetrik bir kabın içine su doldurmuşlar ve birkaç gün dinlenmeye bırakmışlar. Kabın altındaki tıpa açıldıktan sonra suyun boşalırken saat yönünün tersinde hareket edenk bir girdap oluşturduğunu görmüşler. MIT'nin 43° kuzey enlemindeki Boston'da bulunduğu düşünüldüğünde ve neredeyse mükemmel denebilecek koşulların yaratıldığı bu deneyde, Coriolis etkisinin bu kadar küçük ölçekte de gözlenmesi pek şaşırtıcı değil.

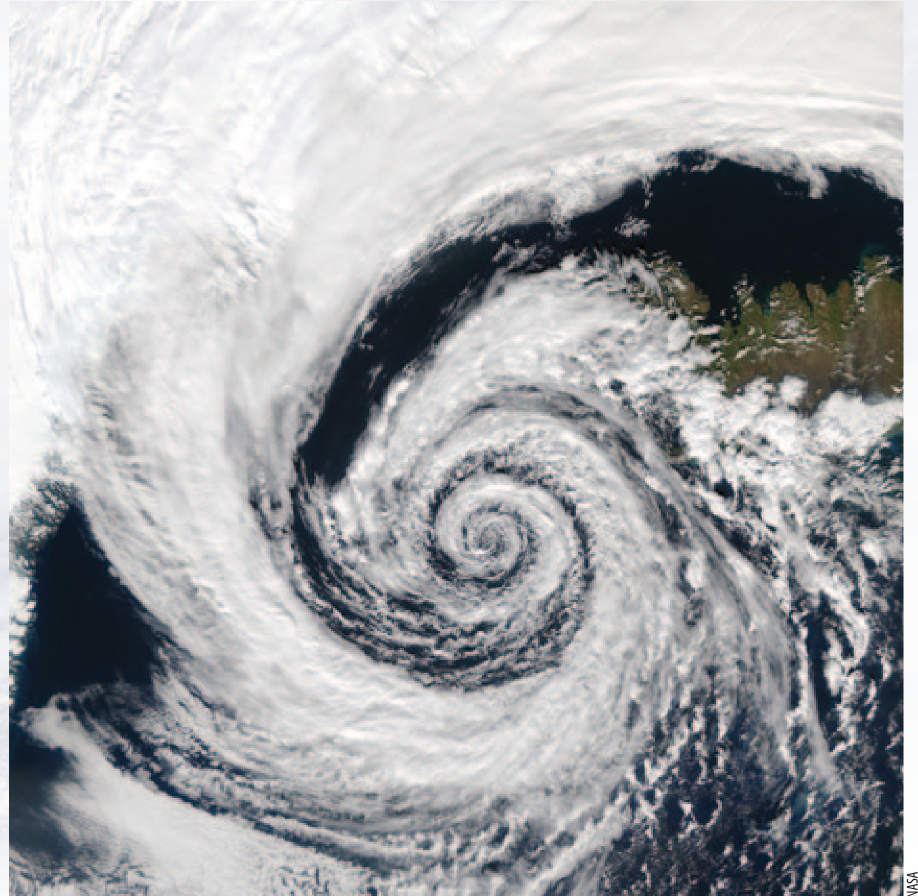
Foucault Sarkacı

Fransız fizikçi Foucault, Dünya'nın dönmekte olduğunu 1851 yılında ilginç bir şekilde kanıtladı. 67 metre uzunluktaki bir tele bağladığı 25 kilogramlık ağırlıkla yaptığı sarkacı Paris'teki Pantheon'un kubbesine astı. Sarkaç her yöne serbestçe hareket edebiliyordu. Belli bir doğrultuda hareket ettirilen sarkacın salınım doğrultusu sürekli olarak değişiyor, yaklaşık bir gün sonra başlangıç konumuna geliyordu. İşte sarkacın bu hareketi yapmasına neden olan, Coriolis etkisidir. Aslında üzerinde belirgin bir kuvvet olmadığı için sarkaç salınım yönünü korumaktadır. Dönen onun çevresindeki her şey, yani Dünya'dır.

Coriolis etkisinin sıfır olduğu ekvatorda bulunan bir Foucault sarkacı doğrultusunu değiştirmeden salınır. Kuzey yarıküredeki bir Foucault sarkacı saat yönünde, güney yarıküredeki bir sarkaçsa saat yönünün tersinde döner. Günümüzde Foucault sarkaçlarını dünyanın çeşitli yerlerindeki bilim merkezlerinde ya da müzelerde görmek mümkün.

menzilli toplar ve yüzlerce kilometre uzağa giden roketler Dünya'nın dönüşünden fazlasıyla etkilenir. Bu nedenle topların atış yönünün buna göre ayarlanması, roketlerin rotalarının da buna göre düzeltilmesi gerekir.

Kuzey yarıkürede orta enlemlerden kuzeye doğru bir roket fırlatıldığını düşünün. Roket havada ilerlerken Dünya dönmeye devam edecek, eğer roket fırlatılırken bu göz önünde bulundurulmazsa hedefinden sağa sapacaktır. Yine, uzun mesafeler kat eden uçakların da rotaları Coriolis etkisi hesaba katılarak hesaplanır.


NASA

Coriolis Etkisi ve Balistik

Coriolis etkisinin "şiddeti" hareket eden nesnenin hızına, Dünya'nın dönüş hızına ve ekvatora uzaklığına bağlıdır. Kuzey yarıkürede Coriolis etkisi cisimleri yollarından sağa doğru sapmaya zorlar. Bir tabancadan çıkan mermi, menzili görece kısa olduğundan bu durumdan fazla etkilenmese de, uzun

Coriolis Etkisi ve Hava

Güneş ışınlarının geliş açısına bağlı olarak, ekvatordaki deniz suları kutuplardakine göre daha çok ısınır. Okyanusların sıcaklığı atmosferi de etkiler ve bu dengesiz ısınma büyük hava hareketlerine neden olur. Siklonlar, sıcaklığın çevreye göre yüksek, dolayısıyla hava basıncının görece düşük olduğu bölgelerdir. Siklonlara "al-

Fransız fizikçi Foucault, Paris'teki Pantheon'un kubbesine astığı dev bir sarkaç yardımıyla Dünya'nın dönmekte olduğunu kanıtlamıştı. Sarkacın salınım doğrultusu, Coriolis etkisi nedeniyle sürekli değişir. Yeniden aynı konuma gelmesi için Dünya'nın ekseni çevresinde bir tur dönmesi gerekir.



Wikimedia

çak basınç sistemleri" de denir. Bu bölgeler genellikle yüksek nem içerdikleri için bulutludur. Siklonun çindeki hava, basıncı düşük olduğu için yükselme eğilimindedir. Yükselen havanın yerini doldurmak üzere, onu çevreleyen yüksek basınçlı hava, siklonun içlerine doğru hareket eder. Bu durum Coriolis etkisiyle birleşince, siklonun içindeki hava dönerek yükselmeye başlar ve üst katmanlara nemli hava taşınır. Siklonların dönüş yönü kuzey yarıkürede saat yönünün tersinde, güney yarıküredeyse saat yönündedir.

Antisiklonlarsa hava basıncının yüksek olduğu yüksek basınç sistemleridir. Bu bölgelerdeki hava akımı antisiklonun içinden basıncın daha düşük olduğu dış bölgelere doğrudur. Antisiklonlarda soğuk hava atmosferin üst kesimlerinden yere doğru hareket eder. Bu hareket Coriolis etkisiyle birleşince, antisiklonun kuzey yarıkürede saat yönünde, güney yarıküredeyse saat yönünün tersinde dönmesine neden olur.

Ekvatorun kuzeyinde ve güneyinde orta enlemlerde (30°-60° arası) oluşan siklonlar üst atmosferdeki rüzgârların etkisiyle batıdan doğuya doğru hareket eder. İşte ülkemize gelen alçak ya da yüksek basınç sistemlerinin Bakanlar'dan ya da Orta Akdeniz'den gelmesinin nedeni budur.

Coriolis etkisinin çok zayıf olduğu, ekvatorun yaklaşık 1000 km kuzeyi ve 1000 km güneyi arasındaki kuşakta hava çoğunlukla aşırı derecede durgundur. Bu durum özellikle gemilerini rüzgâr gücüyle yürütmek zorunda olan eski denizciler tarafından çok iyi biliniyordu. Çünkü bu bölgede günlerce ya da haftalarca hiç rüzgâr esmeyebilir ve gemiler denizin ortasında hareketsiz kalabilirdi. Günümüzde de açık denizde yol alan yelkenciler bu kuşaktan geçmekten kaçınır.

10°-30° enlemler arasında oluşan siklonlar, alizeler ya da ticaret rüzgârları adıyla bilinen rüzgârlarla doğudan batıya doğru ilerler. Bu bölgelerdeki rüzgârın hızı, alçak ve yüksek basınç alanları arasındaki basınç farkına bağlıdır. Coriolis etkisi rüzgârın hızını değil, dönüş yönünü belirler.

Kasırgalar, atmosfer basıncının çok düşük olduğu bölgelerin etrafındaki siklonlarda oluşur, Atlantik, Pasifik ve Hint okyanuslarının tropikal bölgelerindeki fırtınalardan kaynaklanırlar. Çapları yüzlerce kilometreyi bulabilen kasırgalar saatte en az 100 km hızla eserler. Kasırgalar, Coriolis etkisinin çok zayıf olduğu ekvator bölgesinde görülmez, ancak ekvatorun yaklaşık 5° kuzeyinden ve güneyinden başlayarak görülebilirler. Coriolis etkisi bu mesafede belirginleşmeye başlar.

Kuzey yarıkürede görülen tipik bir siklon, batıdan doğuya doğru esen alizelerin etkisiyle Afrika kıyısından batıya doğu hareketine başlar. Coriolis etkisiyle saat yönünde bükülen rüzgârların etkisiyle siklon dönmeye başlar ve kuzeye doğru yönelir. Tropik siklonlar çok şiddetli rüzgârlara ve yağışa yol açabilir, ancak karaya ulaştıklarında genellikle güçlerini kaybederler. Bu nedenle kasırgalar daha çok kıyılara hasar verir.

Coriolis'le Aldatmak

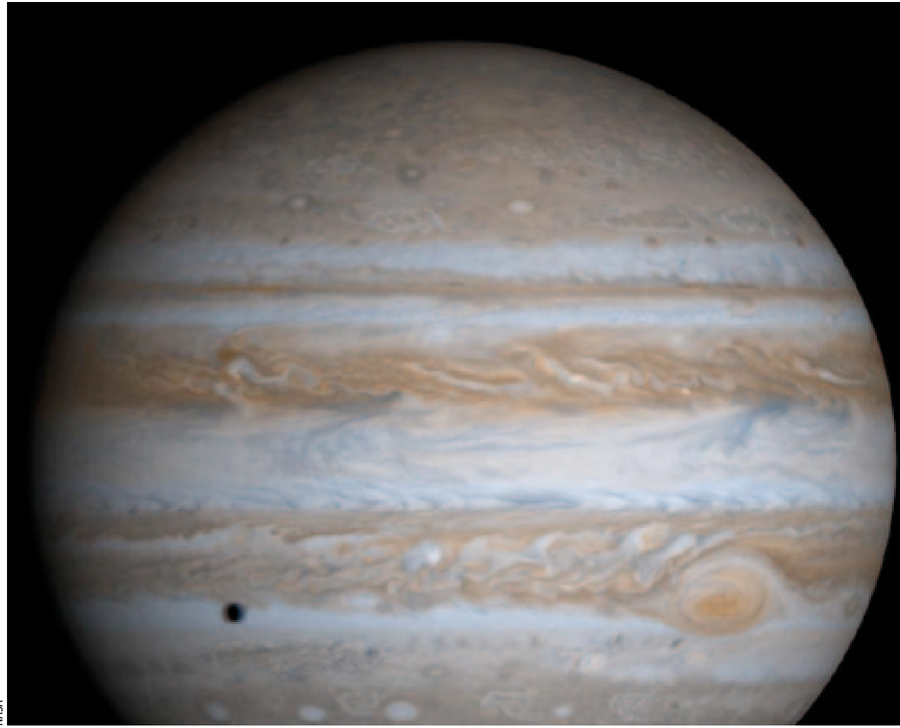
Coriolis etkisinin evimizdeki lavabolarda oluşan girdaplar üzerindeki etkisinin yok denebilecek kadar küçük olduğuna değinmiştik. Suyun dönme yönünü belirleyen Coriolis etkisi değil, suyun doldurulurken ya da başka etkilerle kazandığı ilk harekettir. Çünkü dünya günde yalnızca bir kez döner ve bunun yarattığı etki lavabodaki suyun üzerindeki diğer etkilere göre çok daha zayıf kalır. Suyun durulması için ne kadar beklerseniz bekleyin, odanın içindeki hava akımı ya da suyun içindeki sıcaklık farkları suyun içinde birtakım hareketlere yol açar.

Peki, Coriolis etkisinin en zayıf olduğu ekvator çevresinde yapılan bu gösteride su nasıl oluyor da ekvatorun kuzeyinde bir yöne, güneyinde ise ters yöne dönerek boşalıyor? Çok basit; işin içine biraz hile karıştırılıyor. Gösteri şu şekilde yapılıyor: Ekvatordaki gösterici öncelikle kabın içine su doldurur ve suyun durulması için bir süre bekler. Gösterici suyun kuzey yarıküredeki hareketini göstermek için, ekvator çizgisi üzerine bıraktığı kaba kuzeyden yaklaşır. Böylece yüzü güneye dönük olacaktır. Kabı eline alır ve soldan arkasına dönerek kuzeye doğru birkaç adım yürür. Ardından yeniden sola, izleyicilere doğru döner. Suyun hareketini izleyicilere göstermek için kabın içine birkaç kibrit çöpü atar ve kabın altındaki tıpayı çıkarır. Sola dönüşlerin etkisiyle suya kazandırdığı ama bizim fark edemeyeceğimiz kadar küçük hız, girdabın saat yönünün tersi yönde oluşması için yeterlidir. Elbette, kap köşeli ve derin olursa bu daha kolay başarılabilir.

Göstericinin suyun güney yarıkürede bunun tam tersine döndüğünü göstermek için de yukarıda anlattıklarımızın tersini yapması gerekir. Yani yüzünü kuzeye döndükten sonra kabı eline alıp sağa doğru dönerek güneye doğru birkaç adım attıktan sonra yine kendisini sağında bekleyen izleyicilere dönmesi gerekir. Böylece kabın içindeki su saat yönündeki hareketine başlamış olur. Tıpa çıkarıldığında oluşan girdap da bu yönde oluşur.

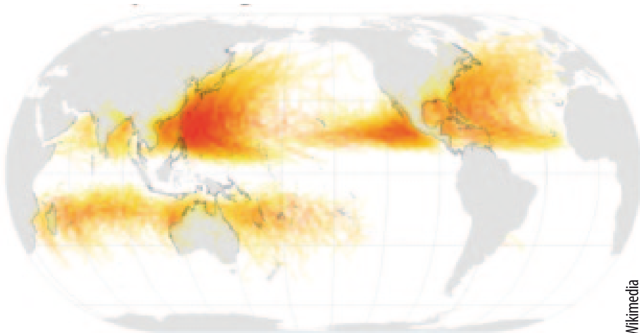
Bu deneyi Dünya'nın neresinde olursa olsun, ekvator olduğunu varsayacağınız bir çizgi çizerek bu çizginin iki farklı yanında tekrarlayabilirsiniz. Sonucun hiçbir zaman değişmediğini ve girdabın yönünün Dünya'nın dönüşüne bağlı olmadığını göreceksiniz.

Barış Manço olmasaydı belki de çoğumuz Coriolis etkisi diye bir olaydan haberdar olmayacaktık. 7'den 77'ye programıyla bize dünyayı gezdiren, değişik kültürlerle tanıştıran ve böyle ilginç olaylardan haberdar eden Barış Manço'yu sevgiyle anıyoruz.



NASA

Coriolis etkisi başka gezegenlerde de gözleniyor. Ekseni çevresinde yaklaşık dokuz saatte bir dönen Jüpiter'in atmosferi Coriolis etkisiyle oluşan siklonlar bakımından zengin. Bu siklonlardan özellikle biri, yukarıdaki fotoğrafta sağ altta görünen Büyük Kırmızı Leke, yüzyıllardır süren dev bir fırtına sistemi.



Wikimedia

Kuzey yarıkürede görülen bir tropik siklon, doğudan batıya doğru esen alizelerin etkisiyle oluşmaya başlar. Coriolis etkisiyle saat yönünde bükülen rüzgârların etkisiyle dönmeye başlar ve kuzeye doğru yönelir. Güney yarıkürede yönler tersinedir. Yukarıda, 1945 -2006 yılları arasındaki tropik siklonların hareketleri görünüyor.

Kaynaklar
Stansfield, W.D., "The Coriolis Effect", Sceptic, Nisan-Haziran 2009.
http://www.ems.psu.edu/~fraser/Bad/BadCoriolis.html

Bahri Karaçay



Phineas Gage, Jack ve Beverly Wilgus Koleksiyonu'ndan

Beyin ve Kişilik

Bize kim olduğumuz sorulup kendimizden bahsetmemiz istendiğinde genellikle nereli olduğumuzu, neler yaptığımızı anlatır, sahip olduklarımızdan bahsederiz. Öte yandan "ben" diye tanımladığımız bir kişiliğimiz vardır ki onu tanımlamada biraz zorluk çekeriz. Onu daha çok yetiştirildiğimiz ortam ve çevre koşullarının, yaşam tecrübelerimizin şekillendirdiğini düşünürüz. Tarih boyunca din adamları, filozoflar, şairler ve yazarlar benlik ve kişilik hakkında çok şeyler yazıp söylemişler; ama onların tanımlarına bakıldığında kişilik ve beyin arasındaki ilişkiye dair pek bir delile rastlamıyoruz. Oysa modern bilimin elde ettiği inanılmaz ilerlemeler kişiliğin beyindeki belli yapılar tarafından belirlendiğini ve çevrenin ancak bu yapılar üzerindeki etkileri aracılığıyla kişiliği etkileyebildiğini gösteriyor. Özellikle son yüzyılda beyin konusunda elde edilen bu bilgiler sayesinde insanın kendine bakışı da değişmeye başladı; Eski medeniyetlerde insan vücudunun en önemli organı olarak kabul edilen kalbin yerini günümüzde artık beyin aldı.

>>>

Yirmi beş yaşındaki Pheneas Gage, Vermant'in Green Dağları'na demiryolu döşeyen bir şirketin şantiyesinde çalışıyordu. 1848 yılının güneşli bir eylül günüydü. Gage'in işi dağın kayalık kısımlarına gelindiğinde dinamitle bu kayaları parçalayarak demiryolu inşaatının önünü açmaktı. İş makinelerinin henüz icat edilmediği o günlerde yol inşaatları kas gücüyle gerçekleştiriliyordu. Bir altmış sekiz boyundaki Gage kaslı yapısıyla önce, patlatacağı kayada bir delik açıyor ve deliğin dibine barut yerleştiriyordu. Özel olarak yaptırdığı, yaklaşık bir metre boyunda, üç santimetre çapında, kalem gibi bir ucu sivri diğer ucu ise düz olan demir çubuğun sivri ucuyla, önce barutun ortasına fitil yerleştiriyor daha sonra deliğin geri kalan boş kısmını kumla doldurup bu sefer demir çubuğun düz ucuyla kuma küçük darbelerle vurarak deliğin içeriğini bastırıyordu. Böylece barut patladığında basınç deliğin ağzına doğru değil kayaya doğru yönleniyor ve patlamayla ortaya çıkan basınç kayayı paramparça ediyordu. Bütün bu işlemler çok büyük bir dikkat gerektiriyordu. Gage sadece yaptığı işe değil şantiyede çalışan işçilerin ne yaptığına da dikkat etmek zorundaydı. Patlama sonucunda havada uçuşan kaya parçaları bazen şarapnel parçaları gibi metrelerce öteye düşebiliyordu. İşçilerini istenmedik kazalardan korumak da yine onun sorumluluğuydu. Kullandığı barutun doğru kıvamda olması da çok önemliydi. Eğer nemli olursa barut patlamıyordu. Gereğinden fazla kuru olduğundaysa en küçük bir dokunma bile barutu ateşleyebiliyordu. Ama Gage bu işlemi yüzlerce defa tekrarlamıştı ve işinin ehliydi. Hem uzmanlığı hem de çalışkanlığıyla iş sahibinin gözüne girmiş, güzel davranışlarıyla da himayesinde çalışan işçilerin sevgi ve saygısını kazanmıştı.

O öğleden sonra Gage'e çırağı yardım ediyordu. Önce deliği açtılar. Çırağı deliğin tabanına barutu yerleştirdi. Gage demir çubuğun sivri ucuyla fitil için dikkatlice bir yer açıp fitilin ucunu barutun içine sokuşturdu. Bu aşamada deliğin kumla doldurulması, demir çubuğun düz ucuyla kumun bastırılması, fitilin ateşlenmesi ve büyük bir hızla koşarak delikten uzaklaşılması gerekiyordu. Fakat bir şeyler yanlış gitti. Bir şeyler Gage'in dikkatini dağıtmıştı. Gage bir an için çırağının deliği kumla doldurduğunu düşünmüş olmalı ki demir çubuğun düz ucuyla deliğe küçük darbelerle vurmaya başladı. Sert kayaya inen demir çubuk darbelerinin çıkardığı kıvılcımdan olsa gerek barut ateşlendi ve barutun patlamasıyla füze gibi fırlayan demir çubuk, deliğin üzerine hafif eğilmiş olan Gage'in sol elmacık kemiğinin altından girip sol gözünden geçtikten sonra kafatasını delerek havaya fırladı. Bir metre boyundaki demir çubuk birkaç salise içerisinde Gage'in beyninin ön tarafını dağıtarak kafatasında açtığı delikten çıkmış, birkaç saniye havada uçtuktan sonra 10 metre öteye düşmüştü. Gage darbenin etkisiyle sırt üstü yere yığıldı. Mucizevî bir şekilde hâlâ hayattaydı. Patlamanın erken geldiğinin ve bir şeylerin yanlış gittiğinin farkında olan işçiler yerde yatan ustaları Gage'e doğru koştular. Barutun dumanından ne olduğunu birkaç saniye görememişlerdi ama ona ulaştıklarında Gage'in, yattığı yerden oturacak şekilde doğrulduğunu gördüler. Gage sanki önemli bir şey olmamış gibi konuşmaya ve onlara ne olduğunu anlamaya koyuldu. İşçiler kollarından tutarak kaldırdıkları Gage'i doktora götürmek üzere öküz arabasına taşımak istediler. Yüzü kafasındaki kırıktan akan kanla bulanmış olan Gage bu haline rağmen önce çalışma defterine o günkü işi bitirme saatini işlemeyi istediğini söyledi. Çıkış saatini deftere kaydettikten sonra öküz arabasına yürüdü. Öküz arabasıyla birkaç yüz metre ötedeki Cavendish kasabasına ulaştı (kaynaklar bu yolculukta öküz arabasını Gage'in kendisinin kullandığını bildiriyor). Bu arada işçilerden biri kasabanın doktorunu bulmak üzere bir atla hızla kasabanın yolunu tutmuştu. Fakat Doktor Harlow o gün kasabada değildi.

Gage kaldığı kiralık eve ulaştı önce. Öküz arabasından kimsenin yardımı olmadan kendi başına inerek evinin önünde duran sandalyeye oturdu. Onun halini gören ev sahibi yanına geldiğinde Gage sanki çok küçük bir kaza atlatmış gibi ona olup biteni anlatmaya başladı. Etrafına işçiler ve kasabanın sakinleri yığılmıştı. Yarım saat sonra ulaşan yan kasabanın doktoru Edward Williams, Gage'i etrafındakilerle muhabbet ederken buldu. Doktor Williams kafasında kocaman bir delik olan ve sanki beyninde bir bomba patlamış gibi duran fakat hâlâ hayatta olan Gage'e hayretler içinde baktı önce. Sonra ilk müdahaleyi yaptı. Kısa bir süre sonra kasabanın asıl doktoru John Harlow da oraya ulaştı. Doktor Williams'la görüştükten sonra Gage'in tedavisini o üstlendi.

Doktor Harlow, Gage'in yarasını temizledi, kafatasındaki kırık kemikleri normal konumlarına getirerek bantladı. Sargı bezi ile yarayı sardı ve Gage'in uyku başlığını sargı bezlerini bir arada tutacak şekilde kafasına sıkıca geçirdi. Daha önce dikkatini çekmemişti ama Doktor Harlow, Gage'in kafasındaki yarayı sardıktan sonra Gage'in kollarında da barut patlamasından dolayı yanıklar olduğunu fark etti. Yanıklarına pansuman yapıp sardı.

Anahtar Kavramlar

Günümüzden üç dört bin yıl öncesinde, kalp insan vücudunun en önemli organı sayılır ve hatta mumyalama işleminden önce vücutta beyin de dâhil iç organların tamamı çıkartılıp sadece kalp bırakılırdı.
Modern bilimin verileri duyguların merkezinin de kalp değil, beyin olduğunu gösterdi.
Hastalık veya kaza nedeniyle beyinde oluşan lezyonları ve bunların sonuçlarını inceleyerek bizleri diğer hayvanlardan ayıran, örneğin ilerisi için planlar yapma gibi yüksek zihin işlevlerinin beynimizin belli bölgeleri tarafından idare edildiğini öğrendik.
Moleküler sinir bilimlerindeki ilerlemelerle beyindeki bozukluklar sonucunda ortaya çıkan çok sayıda psikolojik hastalığın tedavisi için yöntemler ve ilaçlar geliştirdik. İnsanlık tarihinde ilk defa akıl hastalıklarını kontrol altına almayı başarıp onları tedavi etmeye başladık.

Doktor Williams gibi Doktor Harlow da gördüklerine inanamamıştı. Beyninden 6 kg'lık demir bir çubuk geçmiş olan birinin hâlâ hayatta olması olağan dışıydı. Kan kaybından ölmemiş olsa bile aldığı darbeden dolayı beyinde meydana gelen şişme dahi onun yaşamını sonlandıracak düzeydeydi. Vücudun diğer bir kısmında olduğu gibi beyinde de darbe sonucunda şişme olur. Beyin şişince artan hacimden dolayı kafatasına baskı yapmaya başlar. Kafatası sert kemikten oluştuğu ve belli bir hacme sahip olduğu için şişen beyni içeride sıkıştırır. Bu sıkışma beyne kan akışını da azaltır. Kan akışı azalınca beyne ulaşan oksijen de azaldığı için beyin oksijensiz kalır ve uzun süreli hasarlar ortaya çıkar.

Gage bu açıdan şanslıydı. Demir çubuk kafatasında delik açtığı için beyin için de genişleyecek bir açıklık oluşturmuştu. Ancak beyninin açık olması onu daha büyük bir tehlikeye karşı korumasız kılmıştı: Enfeksiyon. 1848'de enfeksiyonlara bakterilerin neden olduğu dahi henüz bilinmiyordu.

Gage'in kanaması yirmi dört saat sonra durmuştu. Annesi ve kardeşi de ziyaretine gelmişti. Gage Doktor Harlow'a, "Arkadaşlarımın beni ziyaret etmeye gelmelerine gerek yok çünkü birkaç gün sonra işe döneceğim," bile demişti. Fakat beklediği gibi olmadı ve iki gün sonra Gage'in durumu kötüleşmeye başladı. Ateşi yükseldi ve yarasından çok kötü kokulu bir irin akmaya başladı. Gage'in yarası enfeksiyon kapmıştı.

Aslında beyin vücuttaki diğer organlardan çok daha iyi korunmuştur. Kemikten oluşan kafatası beyni dış dünyaya karşı koruyan güçlü bir engeldir. Beyin içeriden, yani vücuttan kan dolaşımıyla gelecek zararlılara karşı da korunmuştur. "Kan-beyin bariyeri" adını verdiğimiz bu koruma mekanizması sayesinde bir şekilde kana karışmış olsa bile hastalık yapıcı mikroorganizmalar veya zararlı olabilecek bazı moleküllerin beyne ulaşımı engellenir.

Doktor Harlow kazadan sonraki iki hafta boyunca Gage'in durumunu sürekli izleyerek onu tedavi

Phineas Gage'in kafatasi ve maketi



Warren Anatomical Museum, Francis A. Countway Library of Medicine.

etti. Yaşının genç olması ve Doktor Harlow'un özenli tedavisi Gage'in kısa sürede gücünü iyice geri kazanmasını sağladı. Gage iyileşme yolundaydı ama Doktor Harlow bir şeylerin normal olmadığını gözlemlemeye başladı. Başka bir hastaya bakmak için kasaba dışında birkaç gün geçirdikten sonra geri döndüğünde, Gage'i kafasındaki bantla ve ayağındaki ince pabuçlarla kasabada, yağmurun altında dolaşır halde buldu. Onun eksikliğinde Gage hemşireyi de dinlememişti. Otuz kilometre ötedeki bir kasabada yaşayan annesinin yanına gitmek istiyordu. Doktor Harlow bir müddet daha tedaviye devam etti. Kazadan iki buçuk ay sonra Gage'in yeterince iyileştiğine karar vererek onu annesinin bulunduğu New Hampshire'a gönderdi.

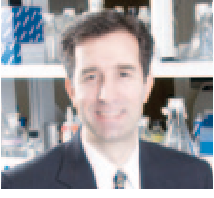
O yılın ilkbaharında Gage eski işine dönmek üzere demir çubuğuyla Cavendish'e geri geldi. Doktor Harlow onu bir defa daha kapsamlı bir muayeneden geçirdi. Bulguları onu çok şaşırttı; Gage artık eski Gage değildi. Dr. Harlow, Gage hakkında 1848 yılında hazırladığı rapora şunları yazdı: "Fiziksel olarak sağlıklı, baş ağrısı çekmiyor ama tanımlayamadığı garip bir şeyler hissettiğini söylüyor. Kazadan önce onu en üretken ve çalışkan işçi olarak gören patronu Gage'e eski işini verdikten kısa bir süre sonra kişiliğindeki değişmeden dolayı onu işten çıkarmış. Sanki insani özellikleri ile hayvani özellikleri arasındaki denge ortadan kalkmış gibi. Düzensiz, saygısız, söz dinlemeyen, arada birçok kötü küfür eden (kazadan önce hiç görülmemiş bir durum), birlikte çalıştığı diğer işçilere karşı saygısız ve uyumsuz, isteklerine ters düştüğü zaman kısıtlama veya önerilere karşı sabırsız, bazen inatçılıkta ısrarlı, ama kaprisli, keyfince davranan, kararsız, yapmak istedikleri için hazırlık yapmak yerine onları unutup yapabildiklerine yönelen biri. Zihinsel kapasite ve ortaya koydukları na bakıldığında bir çocuk seviyesinde ama hayvansı duyguları yetişkin düzeyinde. Okumamış olmasına rağmen kazadan önce onu tanıyanların imrendiği, enerjik, başarılı bir profesyonel, planlarını gerçekleştirmede ısrarlı biriyken kazadan sonra kişiliğindeki değişimden dolayı arkadaşları ve yakınları ona artık Gage gözüyle bakmıyorlar." Harlow bu bulgularını *Boston Medical and Surgical Journal*'ın Editöre Mektuplar kısmında yayınladı fakat yazdıkları tıp çevrelerinde kabul görmedi. Kimi doktorlar beyni bu kadar büyük bir darbe almış birinin yaşamasının imkânsız olduğunu öne sürdü, diğer bir grup ise Harlow'un yalan söylediği görüşündeydiler.


Gage'in kafatası

Gage'in kişiliğindeki değişiklik onun diğer insanlarla olan ilişkilerini de olumsuz yönde etkiledi. Kazadan sonra girdiği işlerde uzun süre tutunamadı. Buna tek istisna, altı atın çektiği posta arabası sürücülüğü oldu. Kaynaklar Gage'in bir buçuk yıl kadar Amerika'da araba sürücülüğü yaptıktan sonra aynı işi yedi yıl da Şili'de yaptığını bildiriyor.

1859'da sağlığı kötüleşen Gage, o günlerde Kaliforniya'da yaşayan annesinin yanına geri döndü. Epilepsi hastalığına yakalanmıştı ve kazadan 13 yıl sonra, 20 Mayıs 1860 tarihinde geçirdiği çok güçlü bir epilepsi nöbetinden sonra yaşama veda etti.

Yıllar sonra Doktor Harlow, Gage'in izini bulmak için yola koyuldu. Çünkü Gage onun doktorluk kariyerinde gördüğü en ilginç ve en önemli vakaydı. Önce Gage'in annesi Hannah Gage ile yazıştı. Oğlunun yaşamını kurtarmış olan doktorla tekrar irtibat kuran Gage'in annesi çok mutlu olmuştu. Doktor Harlow, Hannah Gage'e, oğlunun durumunun tıp bilimi için ne kadar önemli olduğunu açıkladıktan sonra çok ilginç bir teklifte bulundu. Hannah Gage'den oğlunun mezarının açılarak kafatasının incelenmek üzere kendisine gönderilmesini istiyordu. Hannah Gage, Doktor Harlow'a karşı minnet duymaktaydı, bu yüzden onun teklifini kabul etti. Görgü tanığı olarak orada bulunan damadı ve dok-



Bahri Karaçay, Iowa Üniversitesi Tıp Fakültesi Pediatri Bölümü, Çocuk Nörolojisi Kürsüsü öğretim üyesidir. Ayrıca aynı üniversitenin Gen Tedavi Merkezi ve Holden Kanser Merkezi üyesidir. Nörolojik doğum kusurları üzerinde genler düzeyinde araştırmalar yürütüyor. Beş yaşın altındaki çocuklarda görülen sinir sistemi tümörü nöroblastoma ve yine sinir sistemini etkileyen Alexander hastalığına gen tedavisi geliştiriyor. Ayrıca alkolün ve LCM virüsünün fetüs beyni üzerindeki etkilerini araştırıyor.

tor olan San Francisco belediye başkanı gözetiminde Gage'in mezarı açıldı. Bir cerrah olan J. D. B. Stillman da oradaydı ve açılan mezardan Gage'in kafatasını ve tabutunun içinde onunla birlikte gömülmüş olan, yaşamı boyunca kendinden hiç ayırmadığı demir çubuğunu çıkardı. Kafatasındaki delik hâlâ çok barizdi. Gage'in kafatası ve demir çubuğunu Doktor Harlow'a gönderdiler. Harlow 1868'de Massachusettes Tıp Derneği üyelerine verdiği bir seminerde başlangıçta Gage hakkında yayınladığı gözlem ve düşüncelerine tıp camiasının inanmadığını ama aradan geçen yirmi yılda beyin konusunda yapılan çalışmaların kendini haklı çıkardığını gururla anlattı.

Gage vakasının tıp tarihinin en önemli vakaları arasına girmesinin önemli bir nedeni var. O günlerde bilim dünyasında beyne, konuşma gibi, uzuvların kontrolü gibi daha çok fiziksel işlevleri kontrol eden, bir bakıma merkezi bir organ gözüyle bakılıyordu. Gage vakası ise benzer şekilde beyinde kişiliğin belirlenmesini sağlayan sistemlerin varlığını gösteriyordu. Bir diğer deyişle, Gage'in hikâyesi beynimizde kişisel sorumluluklarımızla, diğer insanlarla olan ilişkilerimizle, toplumda nasıl davranmamız gerektiğiyle veya geleceğe ait planlar yapmamızla ilgili bölgelerin bulunduğunu gösteriyordu. Gage kazadan önce çalışkan, yaptığı işe önem veren ve onu özenle yapan, birlikte çalıştığı insanlara karşı sorumluluk ve saygı duyan, işini iyi yapmasının kendi geleceğini etkileyeceğinin bilincinde olan bir insanken, kazadan sonra toplumsal kuralları âdeta hiçe sayan, aklına eseni yapan, etrafındakilerin ne hissettiğini ve hissedeceğini umursamayan, geleceğini garanti altına alacak bir yaşam sürdürmesinin gerekliliğinden habersiz yaşayan bir insan olup çıkmıştı. Kazanın neden olduğu önemli bir diğer değişim ise Gage'in ahlakında gözlenmişti. Daha önce küfrettiği duyulmamış olan Gage, son derece çirkin küfürler etmeye başlamış ve bu tarzını etrafında kadın veya çocuklar olsa bile değiştirmemişti.

Beyinde fiziksel faaliyetler gibi zihinsel faaliyetleri kontrol eden bölgelerin varlığı o yıllarda bilim çevreleri için kabul edilmesi oldukça güç bir kavramdı. Bunu kabul etmeyen bir grup bilim insanı ve doktor demir çubuğun Gage'in beyninde parçaladığı kısmın aslında pek bir işe yaramadığı, öylece orada durduğu, bu nedenle Gage'in kazadan sonra normal yaşama dönebildiği fikrini bile öne sürdüler. Böyle bir fikri öne sürmelerinin nedeni Gage'in fiziksel olarak herhangi bir anormallik göstermemiş olmasıydı. Örneğin konuşması etkilenmemişti ve ayrıca beyin zedelenmesi sonucunda ortaya çıktığı bilinen uzuvların felç olması gibi bir durum da yoktu Gage'de.

Tarihi daha geri sardığımızda aslında beyin hakkında düşünülenlerin günümüzden çok farklı olduğunu görüyoruz. Örneğin milattan önce üç yüzlü yıllarda duygu ve düşüncenin merkezinin beyin değil kalp olduğuna inanılıyordu. Zamanının en ünlü bilgini Aristoteles ise beynin asıl işlevinin kanın sıcaklığını ayarlamak olduğunu ileri sürmüştü. Günümüzden üç yüz yıl kadar önce öfkenin dalak tarafından kontrol edildiğine kesin gözüyle bakılıyordu..

Beynin akıl ve duyguların merkezi olduğunu ilk kez ileri süren kişi, Franz Joseph Gall adında Avusturyalı bir doktordu (1758-1828). Gall 1800'lü yılların başlarında, kafatasının şekline bakarak kişiliği, zihinsel ve ahlaki gelişimi belirleyebileceğini öne sürüyordu ve hatta beynin hangi kısımlarının hangi özellikleri kontrol ettiğini gösteren diyagramlar bile çizdi. Gall'in kafatası bilimi anlamına gelen "kraniyoloji" yöntemi daha sonra onun takipçilerinden Johan Spurzheim tarafından "frenoloji" (zihin çalışmaları) olarak adlandırıldı. Roman Katolik Kilisesi Gall'in ileri sürdüğü zihnin beyinde bir yeri olduğu görüşünü din karşıtı olarak ilan etti. Rönesans Fransa'sının bu tür fikirlere daha uygun bir yer olacağını düşünen Gall, Paris'e taşındı ama fikirlerine o sırada imparator olan Napoleon Bonaparte ve Fransız bilim dünyasında otorite olan "Fransa Enstitüsü" tarafından bilimsellikten yoksun damgası vurulunca orada da umduğunu bulamadı. Fakat Gall'in fikirleri özellikle İngiltere'de yönetici sınıf tarafından kabul gördü. Çünkü kendilerinin üstün, kolonilerinin halklarının ise geri olduklarını göstermeleri için bir fırsattı frenoloji.

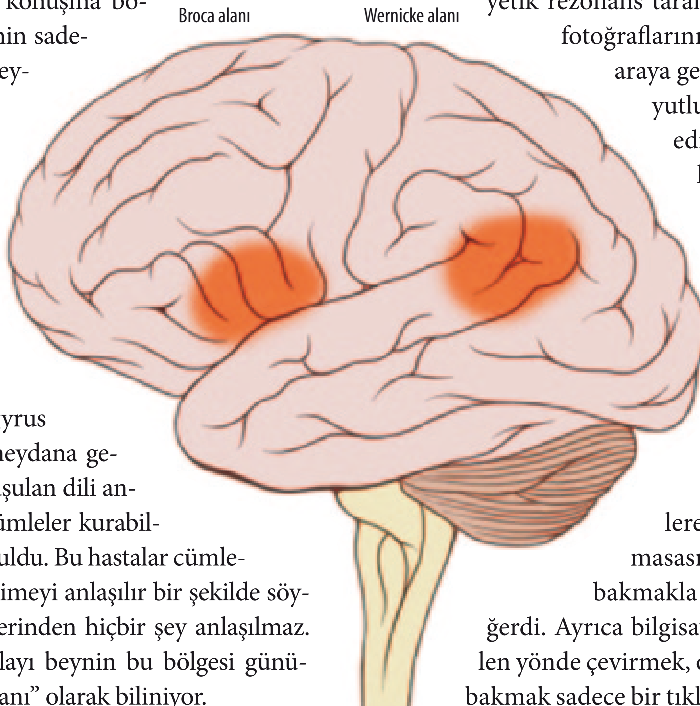
Gall şüphesiz zamanını aşan bir görüş ileri sürmüştü, beyinde zihinsel özellikleri kontrol eden özel bölgelerin olduğu sezgisinde yanılmamıştı fakat bu bölgelerin birbirinden bağımsız olarak çalıştığını düşünerek hata yapmıştı. Çünkü beyinde belli bölgeler özel işlevler yerine getirmektedirler ama bunu sinir sisteminin diğer kısımları ile bir ağ ilişkisi içerisinde gerçekleştirmektedirler. Günümüzün ünlü beyin bilimcilerinden Antonio Damásio'nun dediği gibi, "zihin beynin bir birinden ayrı bileşenlerinin çalışmasıyla, bu bileşenlerden oluşan sistemlerin birbiriyle uyum içerisinde çalışmasıyla ortaya çıkar".

Gage vakasının meydana geldiği sıralarda Fransız bir doktor olan Pierre Paul Broca konuşma problemi olan hastalar üzerinde araştırma yapıyor, bu anormalliğin nedenlerini belirlemeye çalışıyordu. Hastalarından biri sifilis (frengi) hastalığına

yakalanmıştı. Daha önce konuşmada hiçbir problemi yokken hastalıktan sonra "Tan" kelimesinden başka anlaşılır bir şey söyleyemiyordu. (Broca ona "Tan" takma ismi vermişti). Broca, Tan'ın ölümünden sonra onun beynini incelerse konuşma bozukluğuna neden olan bir anormallik, bir hasar bulacağına inanıyordu. Eğer bulursa beyinde dil yetisini kontrol eden bir bölgenin var olduğunu ve bu bölgenin hastalık nedeniyle zedelenmesi sonucunda konuşmanın olumsuz yönde etkileneceğini kanıtlamış olacaktı. Broca düşüncesinde yanılmamıştı çünkü Tan'in beyninde, frontal lob adını verdiğimiz ve alnın arkasında yer alan bölgede, sol beyin küresinde bir lezyon vardı.

Broca'nın ikinci hastası olan Lelong sadece beş kelimeyi doğru söyleyebiliyordu: "Evet," "hayır," "üç," "daima" ve "Lelo" (kendi ismi ama onu bile tam söyleyemiyordu). Ölümünden sonra onun beynini incelediğinde Broca yine aynı bölgede lezyon olduğunu keşfetti. Broca'nın bulduğu bu bölgeye günümüzde "Broca alanı," bu bölge ve civarındaki sinirlerde oluşan lezyon sonucu konuşma kabiliyetinin kaybolmasına da "Broca afazisi" deniyor. Bu hastalar söylenen her şeyi normal anladıkları halde söylemek istediklerini bir türlü söyleyemiyorlar.

Alman nörolog Carl Wernicke de (1848-1905) dil ve konuşma konusuna ilgi duyuyordu. Özellikle Broca'nın bulgularını yayınlamasından sonra beyin rahatsızlıklarının dil yetisi ve konuşma üzerine etkilerini araştırmaya başladı. Bu çalışmaları sırasında Wernicke dil ve konuşma bozukluklarının hepsinin sadece Broca alanında meydana gelen lezyonlardan kaynaklanmadığını gözlemledi. Yine sol beyin küresinde ama Broca alanından daha gerideki bir bölgede (tıpta posterior superior temporal gyrus adı verilen bölge) meydana gelen lezyonların konuşulan dili anlamayı ve anlamlı cümleler kurabilmeyi engellediğini buldu. Bu hastalar cümleler kurup her bir kelimeyi anlaşılır bir şekilde söylerler ama söylediklerinden hiçbir şey anlaşılmaz. Onun keşfinden dolayı beynin bu bölgesi günümüzde "Wernicke alanı" olarak biliniyor.

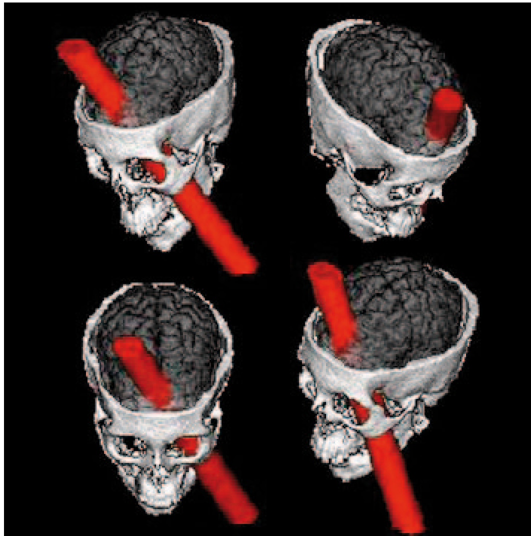


Bu iki grup hastaya, örneğin havanın nasıl olduğu sorulduğunda Broca alanında hasar olan bir kişi sadece "güneşli" demekle yetinir ama bunu zorlanarak söyler. Eğer biraz zorlanırsa belki "güneşli gün" diyebilir ve konuşması kesik kesiktir. Öte yandan Wernicke afazisi olan bir hasta aynı soru karşısında örneğin şöyle bir cevap verir: "Ben öbür taraftakindeydim ama onlar bölüme girdikten sonra ben bundaydım". Veya hiç beklenmedik bir şey söyleyiverir: "Arjantin tüfekleri". İlk bakışta sanki normal konuşuyor görünen bu hastaların söylediklerinden bir anlam çıkarmak imkânsızdır. Broca ve Wernicke'nin bulgularının da açıkça gösterdiği gibi beynimiz sadece uzuvlarımızı istediğimiz şekilde oynatmamızı sağlamakla kalmıyor, sahip olduğu özelleşmiş bölge ve sistemlerle lisan ve sözcükleri anlamlandırma gibi zihinsel faaliyetlerimizin sağlıklı bir şekilde yerine getirilmesinde de görev alıyor.

Kazanın Gage'in beyninde önemli düzeyde hasar yaptığı biliniyordu ama beynin özellikle hangi kısmının zedelenmiş olduğu bilinmiyordu. Ama onun ölümünden yaklaşık yüz elli yıl sonra Iowa Üniversitesi'nden Hannah Damásio (Antonio Damásio'nun eşi), Gage'in beyninin hangi kısımlarının kazadan etkilendiğini belirlemek üzere yola koyuldu. Eğer bu bilgi elde edilebilirse, Gage'in kişiliğindeki değişiklikten beynin hangi kısmının sorumlu olduğunu söylemek mümkün olacaktı. Damásio, Brainvox adı verilen bir teknik kullanarak insan beyninin yüksek çözünürlüklü manyetik rezonans taramalarla elde edilen fotoğraflarını bilgisayarda bir araya getirip beynin üç boyutlu görüntüsünü elde ediyordu. Bu tekniği kullanarak demir çubuğun Gage'in beyninin hangi bölgesini parçaladığını bulabileceğini düşünüyordu. Aslında bu teknikle elde edilen resimlere bakmak, otopsi masasında gerçek beyne bakmakla neredeyse eşdeğerdi. Ayrıca bilgisayarda beyni istenilen yönde çevirmek, ona farklı açılardan bakmak sadece bir tıkla sağlanabiliyordu.

Gage'in beyni korunmamıştı ama kafatası Harvard Üniversitesi'ne bağlı Warren Tıp Müzesi'ndeydi. Harvard Üniversitesi'nden Dr. Galaburda, Gage'in kafatasının resimlerini çekip Damásio'ya gönderdi. Fotoğraflara ek olarak demir çubuğun, Gage'in elmacık kemiğinden girip tepesinden çıktığı yerlerin koordinatlarını da gönderdi. Damásio ve arkadaşları önce Gage'in kafatasının üç boyutlu görüntüsünü çıkardılar. Daha sonra Gage'in demir çubuğunun da görüntüsünü oluşturdular ve bu görüntüyü daha önce elde ettikleri kafatası görüntüsüne yerleştirdiler. Bir bakıma Gage'in geçirdiği kazayı bilgisayar ortamında tekrarladılar ve böylece demir çubuğun Gage'in beyninin hangi kısımlarını parçaladığını büyük bir kesinlikle belirleyebildiler. Elde ettikleri sonuçlar demir çubuğun Gage'in beyninde dil ve konuşmayla ilgili bölgelere dokunmadığını ve Broca bölgesinin yerli yerinde olduğunu gösterdi. Ayrıca demir çubuk Gage'in motor işlevlerini kontrol eden beyin bölgelerine de dokunmamıştı. Demir çubuk Gage'in beyninin frontal bölgesini ve özellikle de sol tarafını parçalamıştı. Dr. Damásio'nun çalışmasında çok önemli bir gerçek daha gün ışığına çıktı. Gage'in frontal lobunda yer alan ve beyninin karar vermeden sorumlu bölgesi kazada parçalanmıştı. Bir diğer deyişle, Damásio ve arkadaşları kaza sonucu Gage'in prefrontal korteks dediğimiz beyin bölgesinde meydana gelen hasarın onun gelecek için planlar yapma, toplum içinde uygun bir şekilde davranma ve yaşamını devam ettirmesini sağlayacak yönde adımlar atma yeteneğini olağanüstü düzeyde zayıflattığını bildiriyorlardı.

2006'da Güney Kaliforniya Üniversitesi'ne bağlı "Beyin ve Yaratıcılık Enstitüsü"ne müdür olarak atanan Antonio Damásio, bu görevine başlamadan önce nöroloji bölümümüzde yaklaşık otuz yıl öğretim üyesi olarak çalıştı. Beyinde meydana gelen arazların zihinsel faaliyetler üzerindeki etkileri konusunda yaptığı çalışmalarla bilim dünyasında adından sıkça söz ettiren bir bilim insanı oldu. Araştırma bulgularını bilimsel makalelerle diğer bilim insanlarına duyurmanın yanında, yazdığı popüler bilim kitaplarıyla da toplumun beyin konusunda elde edilen en son bulgulara ulaşmasını sağladı ve bugün de sağlamaya devam ediyor.



Phineas Gage'in kafatasına saplanan metal çubuğun izlemiş olabileceği yolu 4 farklı açıdan gösteren bilgisayar görüntüleri.

Bir doktoru neler olduğunu bir türlü çözemediği için hastası Elliot'ı Antonio Damásio'ya göndermişti. Elliot, Damásio ile ilk karşılaştığında otuzlu yaşlarındaydı. Önceleri arkadaş ve tanıdıklarının imrendiği bir hayat kurmayı başarmış, akıllı ve çalışkan biri olan Elliot, Damásio'yu görmeye geldiğinde işsizdi ve kardeşinin evinde yaşıyordu. Elliot ve ailesinin, bu inanılmaz değişime neyin neden olduğunu anlamak için başvurmadıkları doktor kalmamıştı. İlginç bir şekilde onu kontrol eden doktorlar yaptıkları testler sonucunda Elliot'ın zihinsel işlevlerinin yerli yerinde olduğunu söylüyorlar, onda bir anormallik bulamıyorlardı. Bu nedenle çevresindekiler onun tembelleştiğini ve çalışmaktan kaçtığını, bedava bir yaşam sürmeye çalıştığını düşünmeye dahi başlamışlardı. Bu değişimden önce Elliot çocukları için çok iyi bir baba ve eşi için de çok iyi bir kocaydı. Önce baş ağrıları çekmeye başlamıştı. İşine yoğunlaşması gittikçe güçleşmiş, verimliliği giderek düşmüştü. Yaptıklarını birlikte çalıştığı meslektaşlarının gözden geçirmeleri ve yanlışlarını düzeltmeleri gerekecek duruma gelmişti. Doktoru bu ilk gelişmelere bakınca Elliot'ın beyninde bir tümör olduğundan şüphelenmişti. Yapılan muayene ve testlerin sonucunda gerçekten de Elliot'ın beyninde küçük bir portakal büyüklüğünde bir tümör bulunmuştu. Tümör Elliot'ın beyninin ön kısmında yer alan frontal lobunda gelişmişti. Tümörün ameliyatla hemen alınması gerekiyordu çünkü büyüdükçe Elliotun beynini zorlamaya başlamıştı. Deneyimli bir ekip tarafından Elliot'ın beynindeki tümör başarılı bir ameliyatla alında. Ameliyat sırasında, tümörün tahrip etmiş olduğu doku da kesilip çıkarılmıştı.

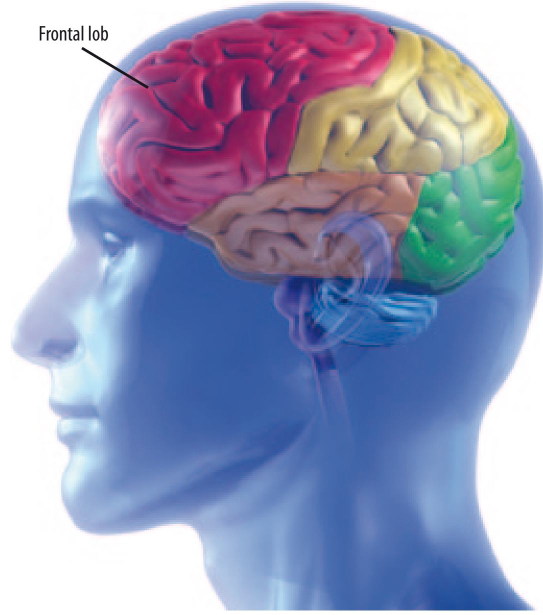
Ameliyat başarılı olmasına olmuştu ama Elliot'ın kişiliğinde çok bariz değişiklikler gözlenmeye başlanmıştı. Örneğin sabahları birinin ona kalkıp işe gitmesi gerektiğini söylemesi gerekiyordu. İşe gittiğinde ise zaman kavramını sanki tamamen kaybetmiş gibi hareket ediyordu. Randevuları kaçırıyor, bir işin ortasında bir diğer işe atlıyor,

önemsiz ayrıntılara takılıp bazen saatler harcıyordu. Büyük resme bakıp önemli olan şeyleri belirleyerek bunlar üzerinde odaklanmayı unutmuş gibiydi. Fakat odaklandığı bir şeyi de çok iyi yapıyordu, çünkü zekâsında ve bilgisinde hiçbir değişiklik yoktu. Defalarca ikaz edilmesine karşın kendi kafasına göre hareket etmeye devam edince işine son verilmişti. İşinden atılınca bu sefer kendi işini kurmaya çalışmış ama bu konuda kimsenin tavsiyesine kulak asmamıştı. Başlattığı işler başarısızlıkla sonuçlanınca bütün birikimlerini de kaybetmişti. Ne yazık ki evliliği de kaybettikleri arasındaydı. İlk ayrılıktan sonra kısa süren ikinci bir evliliği de olmuştu. Ailesinin ve tanıdıklarının bu ikinci evliliğe karşı olmaları bir şeyi değiştirmemişti. Ancak bu evlilik de ayrılıkla sonuçlanmıştı. Kendi başına yaşayamayacak olduğunu anlayınca ona yardım edecek olan kardeşinin yanına taşınmıştı.

Dr. Damásio Elliot'ı Gage ile olan benzerliklerinden dolayı "günümüzün Gage'i" olarak tanımlıyor. Ancak Elliot'ı Gage'den ayıran özelliği, onun Gage gibi küfretme ve uygunsuz konuşma gibi bir durumunun görülmemiş olması. Damásio bu durumu Gage ile Elliot'ın beyinlerinde hasar gören kısımların biraz farklı olmalarına bağlıyor.

Kuşkusuz Gage ve Elliot'ın hikâyeleri gelecek için planlar yapma, toplum içinde uyumlu bir şekilde yaşama gibi çok önemli ve bizleri diğer memelilerden ayıran, bir diğer deyişle bizleri insan yapan özelliklerimizin beynimizde belli sistem ve yapılar tarafından idare edildiğini kanıtlıyor. Bizi birbirimizden farklı kılan ve kişiliğimizin şu veya bu şekilde olmasını sağlayan aslında beynimiz. Beynimizde kişiliğimizi belirleyen yapı ve sistemlerin herhangi bir nedenle değişmesi kişiliğimizin de değişmesine neden olabiliyor. Aslında bu yapıların temelinde de beynimizi meydana getiren sinir hücreleri, onların birbirleriyle olan ilişkileri ve her bir sinir hücresinde hangi genlerin ne oranda çalıştıkları yatıyor. Moleküler yaşam bilimlerinin bize sunduğu ve her geçen gün artan bilgiler sayesinde artık hangi moleküllerin ve bunların gerisinde hangi genlerin olduğunu ve belli akıl hastalıklarına hangi genlerde ne tür anormalliklerin neden olduğunu, bu anormalliklerin beynin işlevini yerine getirmesinde ne tür değişiklikler yarattığını bir bir öğrenmeye başladık. Daha da önemlisi bu bilgileri kullanarak bu anormallikleri düzeltmeye yönelik tedavi yöntemleri ve ilaçlar geliştirmeye başladık.

Diğer yandan bu tür çalışmalar ister istemez, herhangi bir hastalık veya kaza geçirmediği halde toplum ve ahlak kurallarına uymayan insanların frontal loblarında doğuştan herhangi bir anormallik olup olmadığı sorusunu da akla getiriyor. Merhamet duyguları çok güçlü insanları tanıdığımız gibi başkalarının davranışlarından, onların neler hissettiğini okuyabilme yeteneğinden yoksun ve bu nedenle etkisi altına alabildiği insanları bazen inancı (sahte ermişler) bazen ideolojiyi (Hitler gibi liderler) kendi arzularına hizmet ettirmek için manipüle ederek kullanan psikopatların varlığından haberimiz var. Yine aramızda beyninin yapısı nedeniyle empati hissedemeyen ama toplumda varlığını koruyabilmek için başkalarını belli duyguları yaşarken izleyip, onları taklit ederek duygusal olduklarını göstermeye çalışan insanların tahmin edilenden çok daha fazla sayıda olduğunu biliyoruz. Yelpazenin diğer ucunda ise olağanüstü yaratıcılığa sahip sanatçılar veya olağanüstü keşiflere imza atan bilim insanları var. Peki, bu özellikler nasıl bir beyin yapısının ürünü? Acaba bu tür insanların beyinlerini Damásio'nun kullandığına benzer ileri teknolojilerle inceleyerek, onların kişilikleri, zekâ düzeyleri veya yaratıcılıkları hakkında bir şeyler söyleyebilecek miyiz? Öyle görünüyor ki modern sinirbilim bu açıdan insanlık için olağanüstü bir gelecek vaat ediyor. Beyni ince ayrıntılarına kadar inceleyebildiğimiz günler geldiğinde, belki de eş olarak seçeceğimiz kişinin sosyal, ekonomik ve kültür durumu yanında beyin taramalarının sonuçlarını da görmek isteyeceğiz.



Kaynaklar
Fleishchman, J. *Phineas Gage: A Gruesome but True Story About Brain Science.* Houghton Mifflin Company, Boston, 2002.
Damásio, A. *Descartes' Error: Emotion, Reason, and The Human Brain.* Penguin Books, New York, 1994.

TÜBİTAK Bilim Ödülü Sahibi Prof. Dr. Engin Umut Akkaya

Küçük Kimyacının Büyük Bilim Yolculuğu



İlkokulda fen kitabında gördüğü pili evde yaparak başlayan bilim yolculuğu aynı heyecanla devam ediyor. Lisede TÜBİTAK yarışmasında aldığı ödüllere, 2009 yılında araştırmalarıyla bilime uluslararası düzeyde katkıda bulunmuş insanlara verilen TÜBİTAK Bilim Ödülü eklendi. Prof. Dr. Engin Umut Akkaya "Süpramoleküler kimya alanında moleküler algılayıcı ve bilgi işlemcilerin rasyonel tasarım, sentez ve uygulamaları" konusundaki üstün nitelikli çalışmalarından dolayı bu ödüle layık görüldü.

Prof. Dr. Engin Umut Akkaya ve ekibi son birkaç yıldır "fotodinamik terapi" olarak bilinen kanserin ışıkla aktive edilebilen organik moleküllerle tedavisi üzerine çalışmalarını sürdürüyor. Tüm çalışmalarında hep yirmi yıl sonrasını hedefleyen Akkaya, özellikle teşhisin zor olduğu hastalıklar için büyük yarar sağlayacak interaktif aktivasyon yaklaşımının, geleceğin tıbbi uygulamalarında çığır açabileceğini söylüyor. Bu yaklaşım kendisine 2009 yılında, araştırma ve çalışmalarıyla bilime uluslararası düzeyde katkıda bulunmuş insanlara verilen TÜBİTAK Bilim Ödülü'nü getirdi. Halen Bilkent Üniversitesi Kimya Bölümü öğretim üyeliği ve Ulusal Nanoteknoloji Araştırma Merkezi Müdür Yardımcılığı görevlerini sürdürmekte olan Akkaya'yı biraz daha yakından tanımak ve yaşam öyküsünde kısa bir yolculuk yapmak istedik.

İlk Kaynak Resimli Bilgi Ansiklopedisi

1961 yılında İstanbul'da, Üsküdar ile Kuzguncuk arasındaki Paşa Limanı mahallesinde başlıyor Prof. Dr. Engin Umut Akkaya'nın yaşamı. İlkokulu Sultantepe İlkokulu'nda okuyor. Bilime ve kimyaya olan merakı da işte tam bu sıralar başlıyor.

Avukat olan babası ilkokul 4. sınıftaki oğlunun kimya tutkusunu anlıyor muydu ya da çocuktur hevesini alsın mı diyordu, bilmiyoruz. Ama annesi dahil tüm aile bireylerinin "bu yaştaki bir çocuk kimyasal maddelerle uğraşır mı?" şeklindeki tepkisine rağmen, babası oğlunun yapmak istediği kimya deneyleri ile ilgili isteklerini hiç geri çevirmedi.

Engin Umut Akkaya okumayı öğrendiğinde vaktini en çok Resimli Bilgi ansiklopedisini okuyarak geçiriyordu. İlkokul 4. sınıfa geldiğinde artık fen dersi ve dolayısıyla fen kitabı hayatına girdi. Fen kitabında gördüğü bir pili, babasından istediği çinkosülfat, bakırsülfat, bakır ve çinko levha kullanarak yaptı. Babasına yönelttiği kimya soruları babasının yanıtlayamadığı noktaya ulaşınca, Üstün Akkaya oğluna lise 1-2-3 kimya kitapları hediye etmekte çareyi buldu. Bunları büyük bir ilgiyle okuyan Engin Umut Akkaya okuduklarını deneysel olarak da görmek istiyordu. Benzeni nitrolamayı başardı, kurşun nitratı cam tüpte evdeki havagazı ocağında ısıtıp kırmızı renkli azot dioksit gazını oluşturdu. İyotun süblime olma özelliğini, yani ısıtıldığında katı halden sıvı hale geçmeden buhar haline geçtiğini öğrenmişti ve deneyerek mor renkli buharı görmüştü.



Babası Üstün Akkaya ile birlikte.

Ortaokulda TÜBİTAK'a "Sentez" Önerisi

Kadıköy Anadolu Lisesi'ne başlayıp İngilizce öğrenmesiyle artık lisans ve lisansüstü kaynaklardan da yararlanabiliyordu. Organik kimyaya artan ilgisiyle etil asetat, fenol ve daha başka birçok organik maddeyi sentezliyordu.

Üstün Akkaya oğlunun kimyaya olan bu ilgisini doğru yönlendirmek istiyordu. Engin Umut Akkaya, babasının önerisiyle orta 1. sınıftan orta 2. sınıfa geçtiği yaz TÜBİTAK'a bir mektup yazdı. Mektubunda, kimyaya özellikle de organik kimyaya olan ilgisinden söz etti ve o güne kadar sentezlenememiş olan tedrahedran isimli organik molekülün sentezine dair bir

de öneride bulundu. Namık Kemal Aras'a ulaşan mektup vesilesiyle ODTÜ Kimya Bölümü organik kimya öğretim üyesi Okan Tarhan tarafından ODTÜ'ye davet edildi. Orta 2. sınıfın sömestr tatilinde halasıyla Ankara'ya, ilk kez de ODTÜ'ye gelmişti Engin Umut Akkaya. Yanında Prof. Dr. Okan Tarhan'ın kendisine okuması için verdiği, reaksiyon mekanizmaları ile ilgili bir kitapla ayrıldı ODTÜ'den.

Devam eden kimya ilgisini 1979 yılında lise 2. sınıftayken ilk kez somut olarak ortaya koyabilecek bir fırsatla karşılaştı ve TÜBİTAK proje yarışmalarına katıldı. İlk yıl Fredrick Wöhler'in üre sentezini bir adım daha ileri götürmek amacıyla sunduğu "İnorganik maddelerden protein sentezi" konulu projesiyle ikincilik ödülü aldı. Daha tecrübeli olarak katıldığı bir sonraki yılda ise "formaldehitin otokatalitik kondensasyonu ve ürünün değerlendirilmesi" konulu projesiyle de birincilik ödülü aldı.

Kimyacı mı? Kimya Mühendisi mi?

ODTÜ Kimya Bölümü, üniversite seçme sınavında Engin Umut Akkaya'nın ilk ve tek tercihiydi. O sırada kimyacı mı gerçek kimyacıdır, yoksa kimya mühendisi mi gerçek kimyacıdır emin olamasa da "kimyayı seven biri için doğru yolun kimya bölümü" olduğuna karar verdiğini söylüyor. Hatta annesinin Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde ya da Kimya Bölümü yerine Kimya Mühendisliği'nde okumasını istediğini, ancak bunu gündeme bile getirememesini de tebessümle hatırlıyor. Üniversite giriş sınavında ilk ve tek tercihi olan ODTÜ Kimya Bölümü'nü, Türkiye sıralamasında ilk 1000'e girerek kazandığını TÜBİTAK'ın kendisine hem sıralamadan, hem de temel bilimleri tercih etmesinden dolayı verdiği burs aracılığıyla öğrenmiş oluyor.

ODTÜ Kimya Bölümü'nü Akkaya 3 yılda ve birincilikle bitiriyor. 1984 yılında gittiği Ohio State Üniversitesi'nden 1986'da yüksek lisans, 1989'da da doktora derecesini alıyor. Ardından yine Ohio State Üniversitesi'nde 2 yıl ve sonra da Maryland Üniversitesi Tıp Fakültesi Floresans Spektroskopi Merkezi'nde 3 yıl süreyle doktora sonrası araştırmacı olarak çalışmalarına devam ediyor.

Ülkesinde "Yapılamaz" Denileni Yapmak İstedi

1994 yılı sonunda Türkiye'ye dönen Engin Umut Akkaya, 1995 yılının Şubat ayında ODTÜ Kimya Bölümü'nde öğretim üyesi olarak çalışmaya başlıyor. Ancak Türkiye'ye dönmesi çok yadırganıyor. Herkes burada iz bırakacak, önemli çalışmalar yapmanın zorluğundan söz ediyor. Gerçekten de, kendisine söyledikleri gibi yapılmakta olan araştırmaların bir ucundan da kendisinin tutması ve bazı eklemeler yapması Engin Umut Akkaya için mümkün değildi. Ne kadar zor olacağını bilse de, rutin işler yerine "Türkiye'de bu yapılamaz" denilen araştırmalar yapmak istiyordu. Uzun yıllar bunun için motive olmuş biri için aksini düşünmek ya da yapmak zaten söz konusu olamazdı

Akkaya'nın organik kimyanın bir numaralı dergisi *Organic Letters* başta olmak üzere birçok bilimsel dergide araştırmaları yayımlandı. 2005 yılında da uzun zamandır hedeflediği Amerikan Kimya Topluluğu'nun (American Chemical Society) *Journal of the American Chemical Society* adlı dergisinde, 2010 yılı Ocak ayı itibariyle 105 atıf almış olan bir araştırması yayımlandı. Yine Amerikan Kimya Topluluğu'nun tüm üyelerine ve üniversite kütüphanelerine gönderdiği ve o güne kadar Türkiye'den herhangi bir çalışmanın yer almadığı *Chemical and Engineering News* isimli dergide Engin Umut Akkaya'nın çalışması haber oldu.

ULUSAL NANOTEKNOLOJİ ARAŞTIRMA MERKEZİ - UNAM

UNAM fizikçi, kimyacı, moleküler biyolog, elektrik ve elektronik mühendislerinin çalışmalarını sürdürdüğü disiplinlerarası bir araştırma merkezi. Bu nedenle de yapılan araştırmalar geniş bir yelpazeyi kapsıyor. Güneş pillerinde konsantratör kullanımı, yarı iletken fiberler, supramoleküler kimya UNAM'da gerçekleştirilen araştırmalardan birkaçı. Araştırma merkezi, Malzeme Bilimi ve Nanoteknoloji Programı'nda yüksek lisans ve doktora yapma imkânı sağlıyor ve öğrencilerin sayısı da hızla artıyor. Türkiye'deki araştırmacılar UNAM'da cihazların eğitimini alarak analizlerini yapmak fırsatı buluyor.

Fotodinamik Terapi

1995 yılında Prof. Dr. Mustafa N. Parlar Vakfı Araştırma-Teşvik Ödülü'nü, 1999 yılında TÜBİTAK Teşvik Ödülünü alan Prof. Dr. Engin Umut Akkaya, 2009 yılında da "Süpramoleküler kimya alanında moleküler algılayıcı ve bilgi işlemcilerin rasyonel tasarım, sentez ve uygulamaları" konularındaki uluslararası düzeyde üstün nitelikli çalışmalarından dolayı da Tübitak Bilim Ödülü'ne layık görüldü.

Prof. Dr. Akkaya ve ekibi son birkaç yıldır "fotodinamik terapi" olarak bilinen, kanserin ışıkla aktive edilebilen organik moleküllerle tedavisi üzerine çalışmalarını sürdürüyorlar. Bu yöntem Türkiye'de sadece makular dejeneresans denilen, sarı nokta göz hastalığının tedavisinde kullanılıyor. Ancak Akkaya şu an uygulanan bu yöntemde kullanılan porfirin türevlerinin aslında çok ideal olmadığını, buradaki eksikliği gördüklerini ve üzerinde çalıştıkları "bodipy" adındaki madde grubunu çeşitlendirdiklerini belirtiyor. "Mantık kapısı" (*logic gate*) denilen molekülleri, kanser tedavisi için fotodinamik terapide kullanılan molekülle birleştirerek nanorobot gibi çalışacak bir molekül tasarlanıyor. Hastaya damardan verilen ve vücutta dolaşırken en temel bilgi işleme işlemini sürekli olarak gerçekleştiren bir molekül düşünün: VE", "VEYA", "VE DEĞİL" gibi mantıksal işlemler arasında özellikle seçilmiş bir "VE" mantık kapısı olarak çalışıyor. Çünkü kanserle ilgili pH ve sodyum konsantrasyonu parametrelerini sürekli izliyor. Her iki parametrenin de kanseri gösterdiği, yani belirlenmiş eşik



değerinin üzerinde bir konsantrasyona çıktığı bölgelerde, bu madde aktive edilebilecek hale dönüşüyor. Yani işin içine ışık giriyor ve madde ışıkla aktive olarak tümörün yok edilmesine giden süreci başlatıyor.

Bu fotodinamik terapi ajan molekülleri kanserle ilgili iki parametreyi sürekli izlediğinden yanlışlıkla aktive olmaları söz konusu değil. Bu iki parametre yükseldiğinde ışık molekül tarafından soğuruluyor ve enerjisini hücrelerin içindeki erimiş oksijene aktararak reaktif oksijen oluşumuna neden oluyor. Bu reaktif oksijen de tümörleri yok ediyor.

Bu yöntem özellikle cilt kanseri tedavisinde ve ışığın optik fiberlerle gönderilmesiyle de akciğer, mide kanseri gibi diğer kanser türlerinin tedavisinde kullanılabilecek. Bu yöntemin önerdiği şekilde geliştirilmesi ile ikincil bir bağışıklık sistemi olarak yorumlanabileceğini söyleyen Prof. Dr. Akkaya, aynı yöntemin kardiyovasküler uygulamalarda da kullanılabilirliğini vurguluyor. Özellikle teşhisin zor olduğu başka hastalıklar için de büyük yarar sağlayacak bu yaklaşımın parlak bir geleceği olduğu kesin. Prof. Dr. Engin Akkaya'ya işte bu "çığır açan" çalışması Bilim Ödülü'nü getiriyor.

Hep 20 Yıl Sonrasını Hedeflemek

Kendisine sürekli yenilikçi hedefler koyarak motivasyon sağladığını söylüyor ödüllü bilim insanı. Asla rutin bir döngüye girmeden, "20 yıl sonra insanları şaşırtacak, iz bırakacak çalışma ne olabilir" düşüncesiyle hareket ediyor. Tüm bunlar olurken, karşılaştığı zorluklar da yok değil tabii. Bir takım özel kimyasal maddelerin kendilerine en iyi ihtimalle 2,5-3 ayda ulaştığından, bazı durumlarda 6 ay beklemek zorunda kaldıklarından ve bunların büyük zaman kayıpları olduğundan haklı bir yakınma ile söz ediyor. Ama ne kadar zorlukla karşılaşsa da bunları bilerek Türkiye'ye döndüğünü, zor olanı başarmanın kendisine ayrı bir tatmin verdiğini de her fırsatta yineliyor. 10'lu yaşlardan beri istediği şeyi yapıyor olmasından çok büyük keyif alan Engin Umut Akkaya, sıkıntılı durumlarla karşı karşıya kalınsa da insanın hedefinden uzaklaşmaması gerektiğini düşünüyor. Bir işe ne kadar erken başlanırsa başlansın o işten erken kopulmamalı diyor ve bilim insanı olmanın kişisel disiplin gerektirdiğini, asıl olanın kişinin yaptığı işi ne için yaptığını hiç hatırından çıkarmaması olduğunu belirterek belki de bilim insanı adaylarına bu yolda ipucu veriyor. En önemlisi de "tüm bunları yaparken insani vasıflardan da ödün vermemek lazım" diyor.



Ödüllü bilim insanı, yaptığı araştırmalardan kalan vaktinde bilim kurgu filmleri izlemeyi ve gene bilim kurgu kitapları okumayı seviyor. Aslında en çok da okumaktan hoşlanıyor.

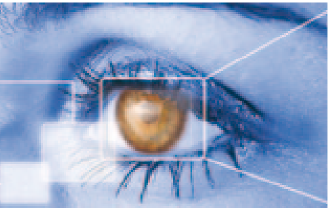
Çağatay Karabat

Steganografi ve Sayısal Damgalama: Geçmişten Günümüze Bilgi Gizleme Teknikleri

Bilgi saklama ve gizli haberleşme yöntemleri çok eski çağlardan beri insanoğlunun ilgisini çekmiş konulardır. Bilginin gizlenmesi ve yalnızca istenilen kişiler tarafından okunmasına izin verilmesi "steganografi" bilimi olarak adlandırılır ve tarihten bugüne kadar çeşitli amaçlarla kullanılmaktadır. Örneğin, günümüzde internet ve çoklu ortam ürünlerinin kullanımının gittikçe yaygınlaşması sonucunda telif hakları sorunu ortaya çıkmıştır. Bu sorunu çözmek amacıyla çoklu ortam ürünlerine, aidiyet bilgilerini içeren "sayısal damga" ekleme teknolojileri geliştirilmiştir. Göz ile fark edilemeyen bu sayısal damgalar aracılığıyla imge, ses ve video gibi çoklu ortam ürünlerinin içerisine ürünle ilgili ve ürüne özel çeşitli bilgiler yerleştirilebilmektedir. Bu gizli damgalar, o çoklu ortam ürününün kime ait olduğu, kimin tarafından ve nerede üretildiği, hangi tarihte üretildiği, seri numarası gibi, kötü niyetli kişilerin bilemeyeceği ve erişemeyeceği türden bilgileri içerir. Burada amaç, bu ürünlerin çoğaltılması, dağıtılması gibi yasal olmayan davranışların önüne geçmektir.

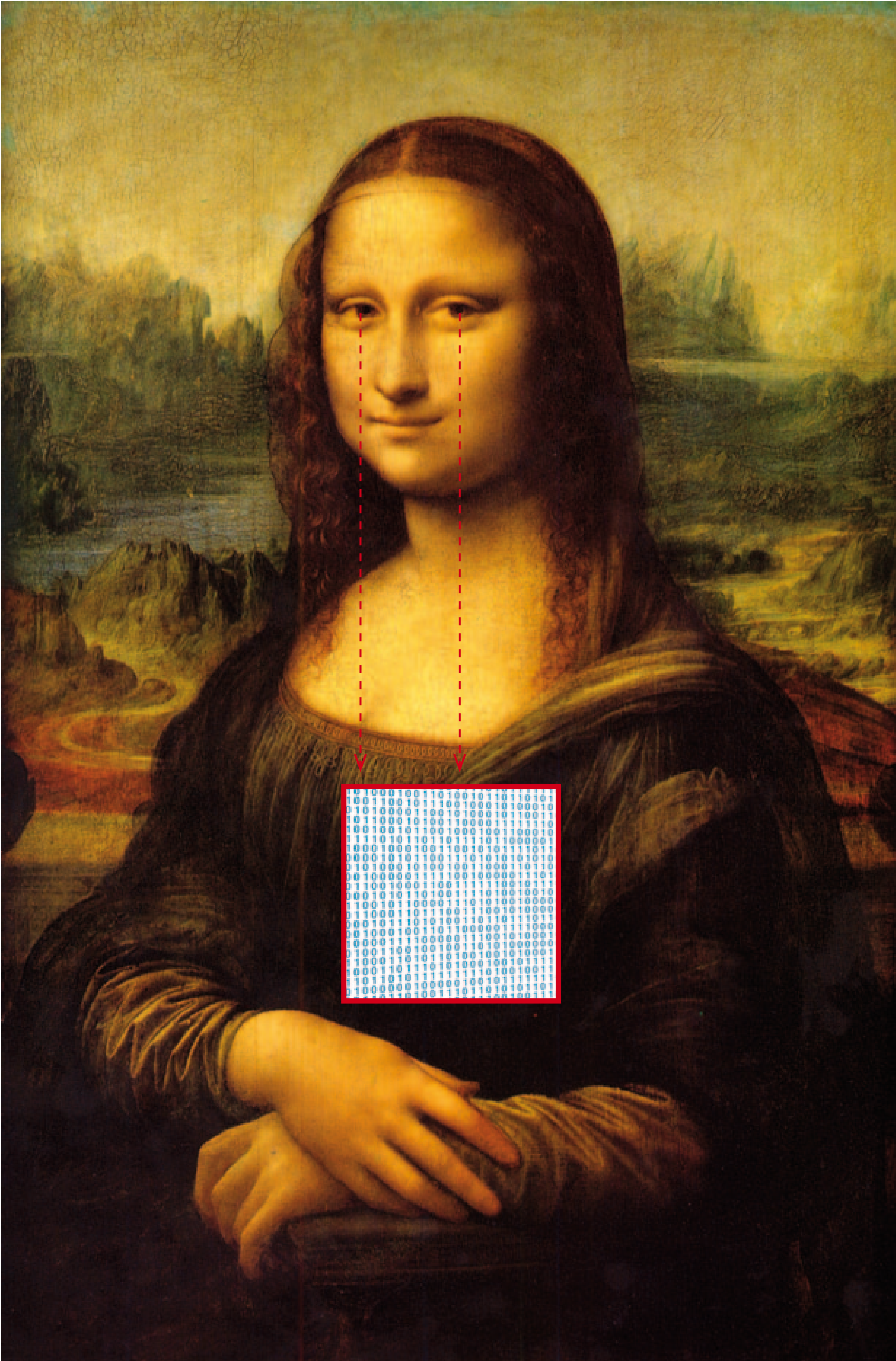
Steganografi: Gizli Haberleşme Sanatı

Steganografi terimi Eski Yunancada "gizli" anlamına gelen "*steganos*" ve "yazı" anlamına gelen "*graphia*" kelimelerinin birleşmesinden oluşmuştur. Diğer bir deyişle, steganografi gizli haberleşme sanatına verilen addır. Steganografinin kriptolojiye göre en büyük üstünlüğü, bir bilgiyi gören bir kimsenin gördüğü şeyin içinde gizlenmiş başka bir bilgi olduğunu fark edemiyor olmasıdır, dolayısıyla da kişi gördüğü bilginin içerisinde gizli bir bilgi aramaz. Steganografide amaç iki tarafın birbiriyle gizli haberleşmesi olduğu için bu tip sistemlere yapılabilecek olası bir saldırı ancak bu iki taraf arasındaki haberleşmenin fark edilmesi şeklinde olabilir.



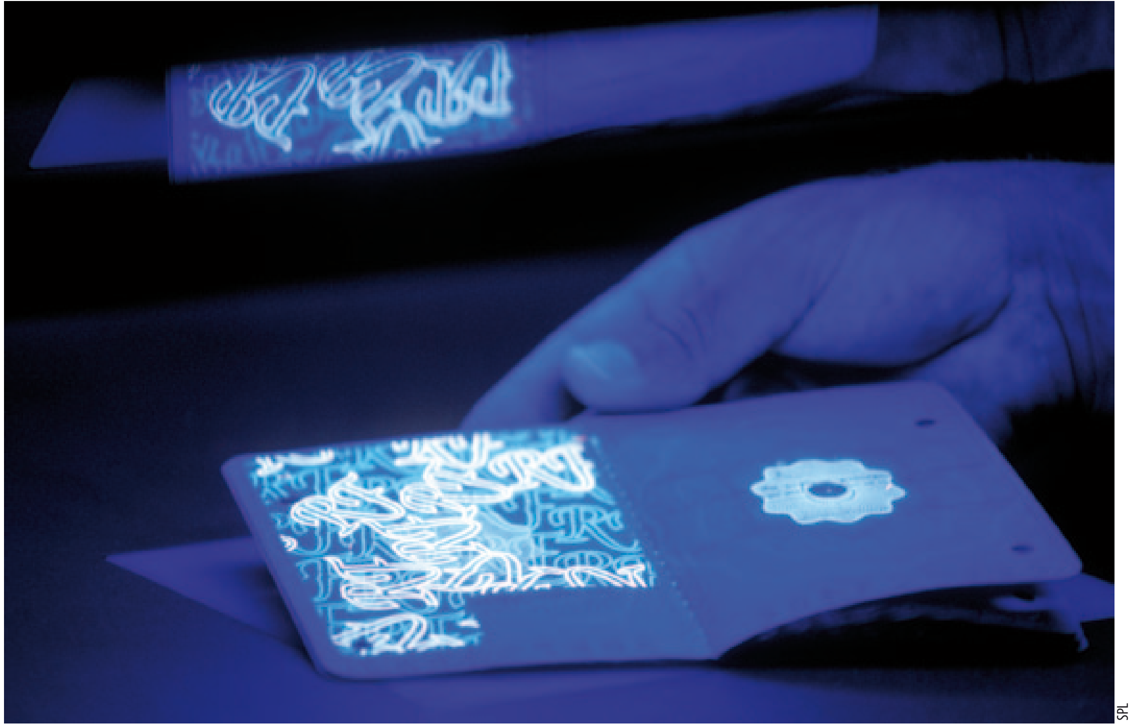
Tarihte steganografinin kullanıldığı ilk örneklerden biri milattan önceki çağlara aittir. Yunanlı tarihçi Herodotos'un bildirdiğine göre, MÖ V. yüzyılda Pers saldırısı sırasında, Yunan komutan Histiaeus, Susa Kralı Darius tarafından göz hapsine alındığı sırada, Anadolu'da bulunan Milet şehrindeki damadı Aristagoras'ı durumdan haberdar etmek için ona gizli bir mesaj göndermek ister. Tabii, bu mesajın Kral Darius fark etmeden Aristagoras'a ulaştırılması gerekmektedir. Bunu gerçekleştirmek için komutan Histiaeus bir kölenin saçını kazıtır ve mesajı kölenin başına dövme olarak yazdırır. Saçları uzayan köle Anadolu'ya gönderilir. Kimse tarafından dikkat çekmeden Aristagoras'a ulaşan kölenin saçları tekrar kazınır ve Aristagoras mesajı okur. Bu olay, gizli haberleşme sanatı olan steganografinin tarihte ilk kez kullanıldığı örneklerden biridir. Tarihte tahta tabletlere mesaj kazıyıp tabletin üzerini mumla kaplamak ve gizli mesajı okumak için daha sonra mumu eritmek, morötesi boya ile yazı yazabilen kalemlerle mektup yazmak ve gizli mesajı okumak için mektubu morötesi ışığa tutmak, yazılı bir metnin içindeki bazı harfleri, üzerlerine çok küçük bir delik delerek işaretlemek, böylece o harflerden gizli bir mesaj oluşturmak ve bu mesajı okumak için mektubu ışığa tutmak gibi yöntemler de kullanılmıştır. Tarihten bir başka örnek de, II. Dünya Savaşı sırasında Almanya'nın mikro-nokta teknolojisi kullanılarak geliştirdiği gizli haberleşme yöntemidir. Bu yön-

>>>



Wikipedia

Resmin içindeki sır: Steganografi ve sayısal damgalama yöntemleri ile herhangi bir resmin içerisine gizli bir bilgi yerleştirilebilir. Resmin içerisine gizli bilgi yerleştirme işlemi genellikle gözün algılayamayacağı frekans bileşenlerinin gizli bir anahtar kullanılarak değiştirilmesi suretiyle yapılmaktadır. Bu gizli bilgiye ise ancak gizli anahtara sahip olan kişiler özel bir damga çıkarma yöntemi kullanarak erişebilir.


SPL

Sayısal damgalama sistemlerinin genel süreçleri: Sayısal damgalamanın iki ana süreci vardır. Bunlardan ilki damga (gizli bilgi) gömme süreci, diğeri ise damga (gizli bilgi) çıkarma sürecidir. Resmin içerine gömülen damga alıcıya ulaşana kadar çeşitli saldırılara ve/veya bozulmalara uğrayabilir. Hatta bu gizli damgayı silmek ya da değiştirmek isteyen üçüncü kişiler de olabilir.

Resimde bir pasaportun içerisine gömülmüş olan gizli damgaların ultraviyole ışık altında ve belli bir algılayıcı cihaz kullanılarak ortaya çıkarılması gösteriliyor.

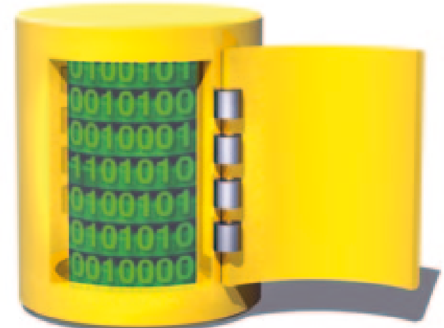
temde, gizli mesajların çeşitli teknolojiler yardımıyla nokta kadar küçültülüp mektuptaki sözcüklerde bulunan noktalı harflerin ve noktalama işaretlerinin üzerine yapıştırılarak saklandığı bilinmektedir. Aşağıda, yine II. Dünya Savaş'ında kullanılan başka bir steganografi örneği verilmiştir.

"Apparently neutrals protest is thoroughly discounted and ignored. Isman hard hit. Blockade issue affects pretex for embargo on by-products, ejecting suets and vegetable oils."

Yukarıda verilen paragrafta her kelimenin ikinci harfi yan yana getirildiğinde *"Pershing sails from NY June 1."* cümlesi, yani *"Füze New York'tan 1 Haziran'da denize açılacak"* mesajı okunur.

İngiltere Başbakanı Margaret Thatcher'ın, 1981 yılında kabinesindeki bir bakan tarafından basına bazı belgeler sızdırılmasından sonra, bu olayın sorumlusunun kim olduğunu bulmak için her bakana verilen belgelerdeki yazıların boşluklarını bakanları tanımlamak için özel olarak ayarlatması, böylece bakanlara içeriği aynı ama biçimi farklı yazılar dağıtılması, bu sayede de gizli bilgileri basına veren bakanın yakalanması yakın geçmişten verebileceğimiz bir örnektir.

Günümüzde resim, video ve ses/müzik gibi çoklu ortam ürünlerinin kullanımının yaygınlaşmasıyla gizli mesajlar artık bu tip verilerin içerisine saklanıyor. Bilgi ve haberleşme teknolojilerinin gelişmesine paralel olarak bilgi saklama yöntemlerinin de gelişmesiyle, çok daha karmaşık matematiksel formüllere dayanan bilgi saklama yöntemleri geliştirildi. Örneğin, piksellerden oluşan sayısal bir imgenin piksel değerlerinde gözün fark edemeyeceği kadar küçük değişiklikler yaparak sayısal imgelerin içlerine gizli mesajlar saklanabiliyor. İmgenin büyüklüğü arttıkça daha fazla bilgi saklama şansı doğuyor. Aynı şekilde sayısal ortamdaki bir sesin ya da bir müzik parçasının içine, ses veya müzik bileşenlerini insan kulağının fark edemeyeceği şekilde değiştirerek gizli mesajlar saklanabiliyor. Burada dikkat edilmesi gereken nokta, gizli mesajın yetkisi olmayan kişilerce fark edilmesini engellemek. Bunu gerçekleştirmek için hem özgün veriyle içine bilgi gizlenmiş veri arasındaki farkın insan beyni tarafından algılanamaz olmasını, hem de aralarındaki farkın matematiksel olarak bulunamıyor olmasını sağlamak gerekir.


SPL

Sayısal damgalama ve steganografi gizli bilgiyi saklama teknolojileridir. Bu yöntemlerde amaç gizli bilgiye sadece gizli anahtara sahip olan yetkili kişiler tarafından erişilebilmesi ve diğerleri tarafından fark edilememesidir.

<<<

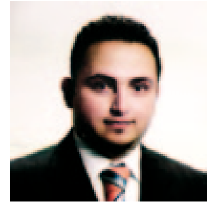
Tabii işin içine güvenliğin girdiği bazı durumlarda bu gizli haberleşmenin ortaya çıkarılması gerekir. İşin bu kısmında çeşitli steganaliz yöntemleri kullanılır. Steganaliz, steganografik yöntemler kullanılarak saklanmış gizli bilgilerin çeşitli matematiksel yollarla ortaya çıkarılması işine verilen addır. Günümüzde çok kolay bir şekilde kullanılabilecek birçok ücretsiz ve paylaşıma açık steganografi yazılımı internet üzerinden rahatlıkla bulunabiliyor. Ancak bu yazılımların yasadışı gruplar ve kötü niyetli kişiler tarafından kullanılması olasılığı ciddi güvenlik problemlerini de beraberinde getiriyor. Yasadışı gruplar steganografik yöntemler kullanarak, internet gibi herkese açık elektronik ağlar üzerinden çoklu ortam ürünlerinin (resim, şarkı, film gibi) içerisine gömdükleri bilgiler aracılığıyla gizlice haberleşebilirler. İnternet üzerindeki yoğun e-posta trafiği içindeki şifrelenmiş mesajlar dikkat çekebilirken, gizli mesajlar saklayan görüntü, müzik ve film dosyaları hiçbir şüphe uyandırmayabilir. Bu nedenle, steganaliz algoritmaları geliştirerek bu gibi gizli ve yasadışı haberleşmeleri deşifre etmek, ülke ve sivil halk güvenliği açısından çok büyük önem taşır.

Sayısal Damgalama: Telif Haklarının Yeni Koruyucusu

Son yıllarda internetin ve sayısal teknolojinin kullanımının hızla yaygınlaşması, çoklu ortam ürünlerinin üretimi, saklanması ve dağıtımı sorunlarını da beraberinde getirdi. Bu eğilim e-ticaret, e-sağlık, sayısal kütüphaneler ve izle-öde video sistemleri gibi pek çok gelişmiş sayısal ortam uygulamasının kullanımının gittikçe yaygınlaşmasıyla da artarak sürmeye devam edecek. Bu uygulamaların insan hayatına birçok rahatlık getirmenin yanı sıra sayısal ortamda oluşturulan ses, video ve resim gibi çoklu ortam ürünlerinin yasa dışı çoğaltılması, değiştirilmesi ve dağıtılması gibi pek çok telif hakkı problemini de beraberinde getirdiği gerçek. Son yıllarda imge, video ve ses/müzik gibi çoklu ortam ürünlerinin üreticilerini/dağıtıcılarını ve bu ürünlerin fikri haklarını ellerinde bulunduran hak sahiplerini en çok tehdit eden güvenlik konusu "analog geri dönüşüm problemi". Bu sorun ilk olarak Amerikan Sinemacılar Birliği (*Motion Picture Association of America*) tarafından 2002 yılında "analog delik" olarak adlandırıldı. Burada kullanılan "analog delik" terimiyle, aslında sayısal ortam ürününün insan gözünün görebileceği analog bir formata çevrildikten sonra yasa dışı olarak yeniden kaydedilmesi ifade ediliyor; diğer bir deyişle, sinemalarda kaçak çekim yapıp bunu CD'ye veya DVD'ye kaydeden kişilerin ve buna izin veren sinemaların tespit edilmesi sorunu. Aynı durum günümüzde müzik CD'leri için de geçerli. Bugün ülkemizde pek çok yerde yasa dışı CD satıcıları görmeye maalesef alışmış olmamız, bu sorunun ne kadar büyük olduğunun kanıtı.

Son yıllarda telif hakkı problemini çözebilmek için "sayısal damgalama" adı verilen yeni bir yöntem kullanılıyor. Sayısal damgalama, sayısal verilerin izinsiz kişiler tarafından kullanımını engellemek için önerilmiş yeni bir teknoloji. Sayısal damgalama yöntemlerinde, "aidiyet bilgisi" sayısal ortamda bulunan imge, video veya ses verisi içine, bu verilerin kalitesini bozmayacak ve insan beyni tarafından fark edilemeyecek şekilde saklanır. Örneğin, bir imgenin frekans spektrumundaki frekans bileşenlerinden gözün en az fark edeceği bileşenler değiştirilerek onların yerine saklanmak istenilen bilgiler yerleştirilir. Böylece, bu değişim insan beyni tarafından algılanamaz. Böyle bir imgenin telif haklarının kime ait olduğu, bilginin içine saklanmış sayısal damganın ortaya çıkarılmasıyla anlaşılır. Bu noktada, kullanılacak sayısal damganın korsanlar tarafından silinemez ve değiştirilemez olması çok önemlidir.

Sayısal damgalamanın kullanılabileceği diğer bir alan ise medikal görüntülerin elektronik ağlar üzerinde dağıtıldığı e-sağlık uygulamalarıdır. Bu ağlarda, medikal görüntülerin korunması, tanınması ve asıllanması gibi çeşitli güvenlik ve mahremiyet sorunları ortaya çıkıyor. Örnek bir uygulama alanı, bir medikal imgeye, hasta ile ilgili çeşitli kişisel bilgilerin sayısal damgalama yöntemleri kullanılarak gizlenmesidir. Bu uygulama sayesinde farklı hastaların çeşitli medikal görüntülerinin karışması önlenebilir; hasta bilgilerinin izinsiz kişilerce görülmesi ve kullanılması gibi istenmeyen durumların önüne geçilebilir. Geçmişte, medikal görüntüleri başkalarınınkiyle karıştığı için mağdur olmuş pek çok insan vardır.



Çağatay Karabat, İstanbul Üniversitesi Elektronik Mühendisliği Bölümü'nden 2005'te bölüm birincisi olarak mezun oldu. Sabancı Üniversitesi Elektronik ve Bilgisayar Bilimleri Bölümü'nde yüksek lisansını yaptı ve öğrenimi boyunca burada araştırma görevlisi olarak çalıştı. 2007'den beri TÜBİTAK UEKAE 'de araştırmacı olarak çalışıyor. Sayısal damgalama, steganografi, steganaliz, kriptolojik protokol tasarımı, RFID ve biyometrik güvenlik sistemleri alanlarında çalışmalar yapıyor. Ayrıca, çoklu ortam güvenlik sistemleri hakkında Avrupa Birliği projelerinde hakem olarak da yer alıyor.

Kaynaklar

Cox, Ingemar, Miller, Matthew L., Bloom, Jeffrey A., "Digital Watermarking", The Morgan Kaufmann Series in Multimedia Information and Systems, 2002.

Cox, Ingemar, Miller, Matthew L., Bloom, Jeffrey A., Fridrich, Jessica, Kalker, Ton, "Digital Watermarking and Steganography", The Morgan Kaufmann Series in Multimedia Information and Systems, 2007.

Karabat, Çağatay, "Robust Blind and Non-Blind Detection for Digital Watermarking", Sabancı Üniversitesi, Master Tezi, 2007.

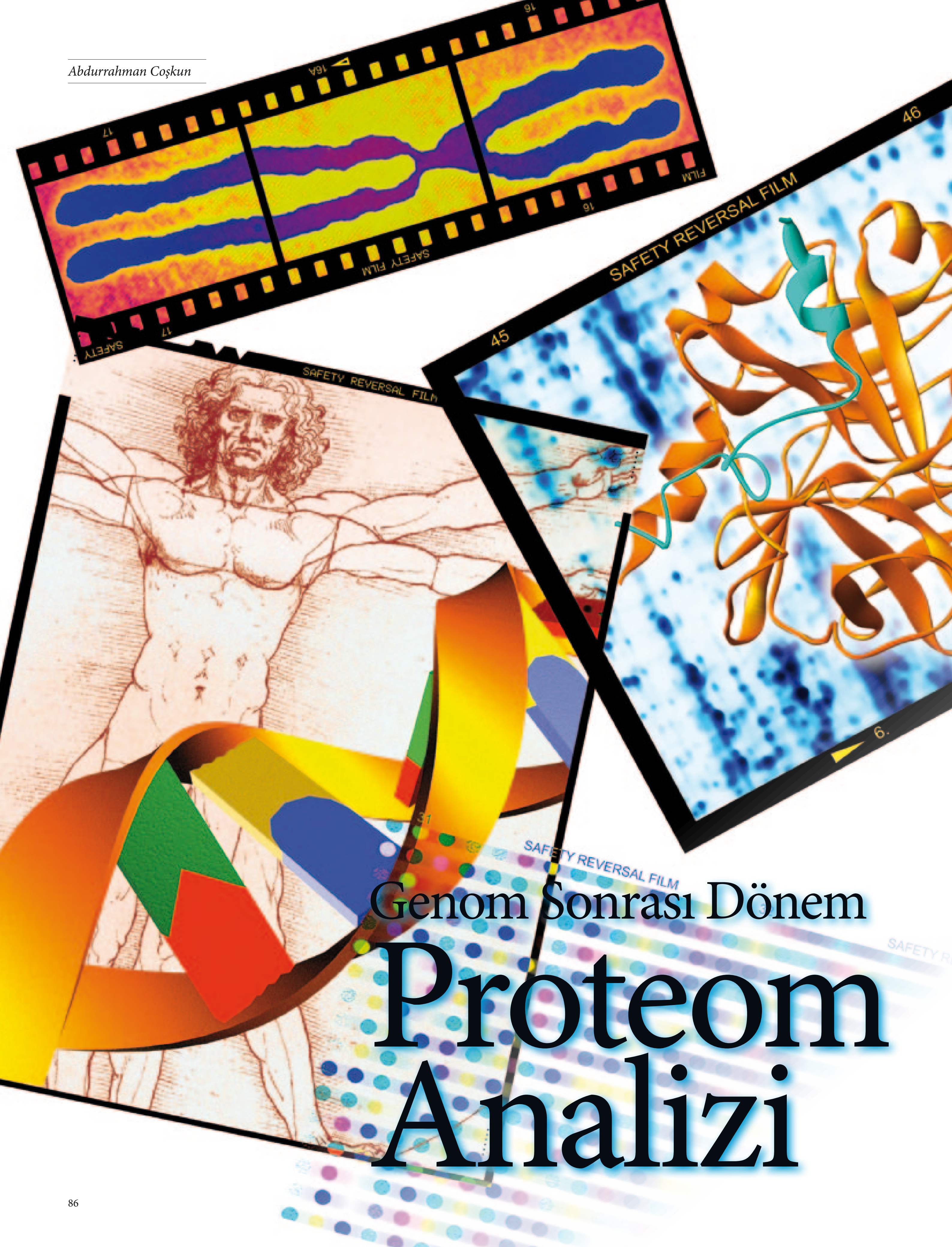
Karabat, Çağatay, Keskinoz, Mehmet, "Watermark Detection Using Channel Estimation in the Quantization Based Watermarking System", IEEE International Information Hiding and Multimedia Signal Processing Conference, IIHMSP, Harbin, Çin, 2008.

Karabat, Çağatay, Keskinoz, Mehmet, "Robust Non-Blind Detection for Spread Spectrum Watermarking System", IEEE International Information Hiding and Multimedia Signal Processing Conference, IIHMSP, Harbin, Çin, 2008.

Karabat, Çağatay, "Adaptive Threshold Based Robust Watermark Detection Method", International Workshop on Digital Watermarking, IWDW, s. 139-151, Pusan, Güney Kore, 2008.

Karabat, Çağatay, "Space Time Block Coding for Spread Spectrum Watermarking Systems", International Workshop on Digital Watermarking, IWDW, s. 266-277, Pusan, Güney Kore, 2008.

Abdurrahman Coşkun



Genom Sonrası Dönem
Proteom Analizi

>>>

On beş yıl önce ilk kez sözü edilen proteom analizi, protein araştırmalarında yeni bir dönemin başlangıcı oldu. Tıpkı 400 yıl önce Galileo'nun ilk kez teleskopu kullanarak yüzlerce yıldızı incelemesinin ardından yeni bir dönemin başlaması gibi. Proteom analiziyle aynı anda birbirlerinden farklı yüzlerce protein incelenebiliyor.

Bilimde bilgi birikiminin belli bir düzeye ulaşması aynı zamanda yeni bir çağın kapılarını da aralıyor. Örneğin 1900'lü yıllarda fizik alanındaki bilgi birikimi belli bir anlayışın olgunlaştığını gösteriyordu. O dönemde çok sayıda bilim insanı fizikte yeni gelişmelerin çok zor olacağını düşünüyordu. Oysa tam da o sıralarda yeni bir çağın başlangıç sinyalleri alınıyordu. Albert Einstein'ın kütle ve enerji ilişkisini ortaya koyan ünlü $E=m\times c^2$ denklemi, Özel Görelilik ve ardından Genel Görelilik kuramları fizikte yeni bir çağın kapısını açtı ve böylece uzay, zaman ve madde hakkında bilim insanları çok farklı düşünmeye başladı. Benzer gelişmeler tıp ve biyolojide de yaşanıyordu. 1950'li yıllara kadar süren çalışmalarla DNA'nın yapısının aydınlatılması yeni bir dönemin başlangıcı oldu ve bilim insanlarının canlılık konusundaki düşünceleri yeni bir boyut kazandı. 1990'a kadar süren çalışmalar genetik malzemenin moleküler yapısını ayrıntılarıyla ortaya koydu ve insan genom (canlıdaki genetik bilgilerin tümü) projesi için gerekli bilgi birikimi ve teknolojik alt yapıyı sağladı. Genom projesiyle sanılanın aksine insanda 100.000 değil 25.000 civarında gen olduğu anlaşıldı. Ancak protein sayısının bundan çok daha fazla olduğu biliniyordu. Çok sayıda bilim insanı genetik şifrelerin çözülmesiyle birçok sorunun ortadan kalkacağı ve belki de moleküler biyoloji ve tıp alanında sona yaklaşılacağını düşünüyordu. Ancak genom projesiyle daha işin başında olduğumuzu, karşımızda devasa bir protein dünyası olduğunu fark ettik.

Proteinler canlı organizmalarda en çok bulunan biyomoleküller olup temel olarak aminoasitlerden oluşuyor. Her proteinin hangi aminoasitlerden oluşacağı bilgisi hücrenin bilgi bankası olan ve hücre çekirdeğinde bulunan genlerde saklı. Protein sentezine ihtiyaç duyulduğu zaman, genlerdeki bilgi mesaj taşıyan özel büyük-moleküllere (mesajcı ribonükleik asitler, mRNA) aktarılıyor. Genlerdeki bilgiyi taşıyan mRNA'lar daha sonra hücre çekirdeğinden sitoplazmaya geçerek ribozom denen özel protein fabrikalarına geliyor. Burada mesajı getiren mRNA'daki bilgilere göre aminoasitler uç uca eklenerek zincir şeklinde istenilen protein sentezleniyor. Buraya kadar her şey yolunda. Ancak bundan sonra proteinler değişime uğrayarak farklılık kazanabiliyor. Proteinler adeta ham malzeme olarak sentezleniyor. Sentezden sonra organizmanın ihtiyacına göre 150'den fazla değişik işlemden geçtiği biliniyor. Sentez sırasında veya sonrasında zincir şeklindeki proteinler katlanarak kendine has üç boyutlu bir yapı kazanıyorlar ve ayrıca lipitler (yağlar), şekerler, metaller veya başka moleküller de proteinlere eklenebiliyor. Böylece yapı ve işlevleri farklı çok sayıda proteinle karşılaşabiliyoruz. Tıpkı, aynı ahşap malzemeden çok sayıda farklı mobilyanın yapılabilmesi gibi. Bu yüzden bir gen bir protein değil çok sayıda protein sentezleyebiliyor. Kuşkusuz tüm bunlara ilaveten protein sentezleyecek genlerin kendi içinde bazı karmaşık düzenlemeleri de söz konusu. Böylece 25.000 genin yüz binlerce farklı proteini sentezlemesi mümkün olabiliyor.

Canlı organizmalar genlerindeki tüm bilgileri her zaman kullanmıyor. Hangi genlerdeki bilgilerin kullanılacağı ortama ve zamana göre değişiyor. Organizmanın yaşamını sürdürmesi için gerekli olan proteinler ve diğer moleküller farklı koşullara göre sentezleniyor. Çok sayıda benzer örnekleri günlük yaşamdan verebiliriz. Örneğin gardrobumuzda çok sayıda kıyafetimiz olabiliyor ancak hepsini her zaman giyemiyoruz. Hangi kıyafetleri giyeceğimizi ortam ve zaman belirliyor. Soğuk kış günlerinde ince elbiseler yerine bizi soğuktan koruyabilenleri tercih ediyoruz. Bunun gibi, organizmanın bulunduğu ortam ve yaşı da o an hangi proteinleri kullanması gerektiğini bellirliyor.

Canlının genomu yani sahip olduğu genetik bilgi sabittir ancak kullanılan kısımlar koşullara ve zamana göre değişim gösteriyor. Organizmanın ihtiyacına ve zamana göre değişen yüzbinlerce proteinle karşı karşıyayız. Farklı zamanlarda ve durumlarda canlının sahip olduğu proteinlerin yapı ve işlevlerini aydınlatmak yaşamsal önem taşıyor. Ancak farklı bir bakış açısı şart. Tıpkı 1900'lü yıllarda fizikte ve 1950'li yıllarda biyoloji ve tıpta yaşanan değişimlere neden olan farklı bakış açıları gibi. Aksi halde yüz binlerce proteinin yapı ve işlevlerini aydınlatmak epey zaman alacak. Bu farklı bakış açısını bize proteom analizi sunuyor.

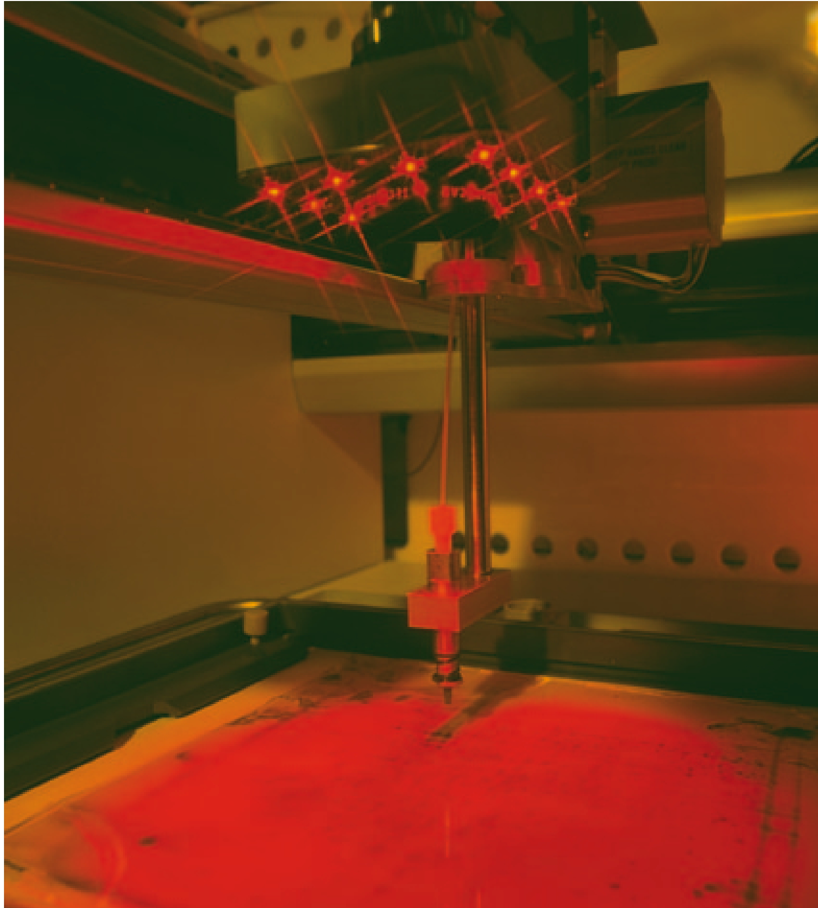
1994'te İtalya'nın Siena kentinde yapılan iki yönlü elektroforez toplantısında (elektroforez, proteinlerin elektriksel alanda hareket ettirilerek ayrışmasını sağlayan yöntem) Avustralyalı araştırmacı Marc Wilkins ilk kez "proteom" sözcüğünü önerdi ve bu sözcük 1995'te literatürde yer almaya başladı. Proteom, belirli bir zaman ve ortamda organizmanın sa-



Abdurrahman Coşkun, 1994 yılında Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun oldu. 2000 yılında biyokimya ve klinik biyokimya uzmanı, 2003 yılında yardımcı doçent ve 2009'da doçent oldu. Uluslararası hakemli dergilerde (*SCI ve SCI expanded*) yayımlanmış 32 makalesi var. Özel olarak laboratuvarda kalite kontrol, standardizasyon ve protein biyokimyası konularında araştırmalar yapıyor. Halen Acıbadem Labmed Klinik Laboratuvarları'nda klinik biyokimya uzmanı ve Acıbadem Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı'nda öğretim üyesi olarak çalışıyor.

hip olduğu ve ifade ettiği farklı proteinlerin tümüdür. Buradaki farklılık, sadece proteinlerin aminoasit dizilimi değil, sentez sonrası değişimleri de kapsıyor. Proteomla birlikte yeni bin yılda moleküler biyolojide yeni bir adlandırma sisteminin kullanılması da benimsendi. Bu adlandırma sisteminde tüm bileşenlerin kapsama alındığını belirtmek için sözcüklerin sonuna –om (İngilizce –ome) takısı eklendi. Örneğin proteom ifadesiyle organizmanın veya hücrenin belirli bir zaman ve durumda sahip olduğu tüm proteinler; benzer şekilde glikom ifadesiyle de tüm şekerler ifade edildi. O zamana kadar tek tek veya küçük gruplar halinde incelenen biyomoleküllerin artık topluca incelenmesini sağlayan yeni bir dönem başladı. Topluca yapılan incelemeyi belirtmek için de -omik takısı kullanıldı. Bu yeni dönem "-omik" dönemiydi. Proteinleri (proteomik), genleri (genomik), şekerleri (glikomik), yağları (lipidomik) ve diğer molekülleri ayrıntılı olarak ve topluca inceleme imkânı doğdu. Yeni bin yılın doğuşu, tıp ve biyolojide aynı zamanda "-omik" döneminin doğuşuna eşlik ediyordu. Bu dönemde biyolojik süreçlerin, daha önce sanılanın aksine, sadece genom çalışmalarıyla yeterince çözülemeyeceği de anlaşılıyordu.

Robotik spot
(proteinlerin bulunduğu leke şeklindeki bölgeler) kesici.
İki boyutlu elektroforez sonucunda farklı proteinlerin bulunduğu spotlar kesilerek alınır.
Çıkarılan spotlarda bulunan proteinlerin kütlesi ve amino asit dizilimi belirlenebiliyor.
(Alttaki resim)





Protein mikroarray.
Proteinler arasındaki etkileşlimi belirlemek için kullanılıyor.
Her bir nokta bir proteini gösteriyor.
(Sağdaki resim)

Organizmanın yaşı, bulunduğu çevre koşulları, farklı hastalıklar gibi etkenler sentezlenen proteinlerin tipi ve miktarının değişmesine neden olabiliyor. Hücrelerin protein bileşimi durağan olmadığından her hangi bir anda hücrede bulunan proteinlerin izlenebilmesi büyük önem taşıyor. Hatta protein normal sentezlendiği halde yanlış katlanmış da olabilir. Bu durumda genom normal iken proteom normal olmayabiliyor. Kuşkusuz proteomun inceleme alanına sadece proteinlerin yapıları girmez; proteinlerin diğer protein ve moleküllerle olan etkileşimi de giriyor. Proteom araştırmalarının kapsamı, yalnızca proteinlerin tanımlanmaları ve miktarlarının ölçülmesiyle sınırlı değil; bulundukları yerleri, geçirdikleri değişimleri, etkileşimleri, etkinlikleri, kısaca işlevlerinin tanımlanması da kapsama dâhil.

Proteom çalışmaları için organizmanın tüm proteinlerini kısa zamanda araştırmak çok zor. Bunu evrendeki tüm gökadaların incelenmesine benzetebiliriz. Tümünü kısa zamanda araştırmak kolay olmasa gerek. Öncelikle bir gökada kümesinin belirlenmesi ve bu kümede belli bir gökadanın seçilmesi incelemeyi kolaylaştırır. Seçilen gökadada istenilen yıldız veya yıldız kümeleri incelenirse daha net bilgiler elde edilebilir. Proteomik çalışmalarda da benzer şekilde

öncelikle organizmanın, daha sonra doku veya hücrelerin ve son olarak istenilen hücre bölgesinin seçilmesi incelemeyi kolaylaştırıyor. Örneğin insanda kanserli karaciğer hücrelerinin zar proteomu araştırılabilir. Bu durumda hücre yüzeyinde bulunan proteinler belirlenerek hastalık mekanizması ve tedavi stratejileri daha kolay anlaşılabilir. Proteomik çalışmalarla organizmanın bulunduğu durum ve zaman temel alınarak araştırma yapıldığından, hastalıkların tanısı için uygun belirteçlerin bulunması, tedavi amacıyla hedeflerin iyi belirlenmesi ve hedeflenen yapılarla en uygun etkileşime girecek ilaçların geliştirilmesi gibi alanlarda eşsiz bilgiler elde ediliyor. Günümüzde kullanılan ilaçların hedefi de çoğunlukla proteinlerden oluşuyor.

rak hücredeki yerlerini değiştirebiliyor ve farklı organellerde (zarla çevirilmiş hücre içi bölümler) bulunabiliyor. Bir protein, birden fazla işleve sahip olabiliyor ya da tersine, birkaç farklı protein benzer işlevleri gerçekleştirebiliyor. DNA'daki bilgi sadece 4 yapı taşı ile (adenin, guanin, sitozin ve timin) kodlanıyor. Oysa proteinlerde 22 farklı aminoasit kullanılıyor. Üstelik ortamın değişmesiyle proteinler işlevlerini de kaybedebiliyor. Örneğin hücre zarında bulunan bir protein ancak zar içindeyken işlev görebiliyor. Zarın parçalanmasıyla proteinin bulunduğu ortam da değişeceğinden artık işlevini yerine getirmesi kolay olmayacak. Tüm bu bilgiler protein çözümlemelerinin daha zor olacağını ve daha çok zaman alacağını gösteriyor.



-om sözlüğü

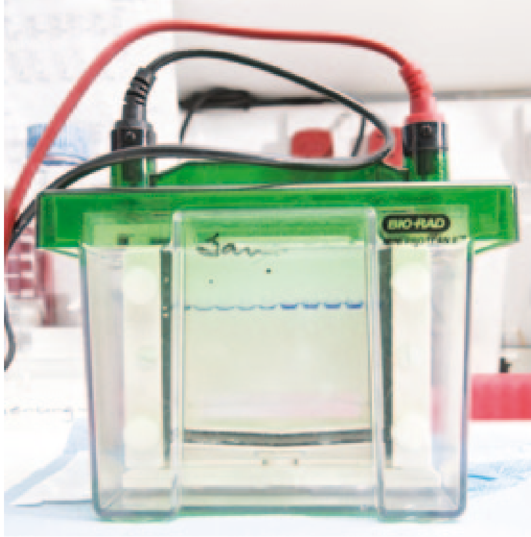
Genom: Canlının sahip olduğu genetik bilgilerin tümü. DNA'nın protein kodlamaya katılan ve katılmayan tüm kısmını kapsar.
Glikom: Organizmanın sahip olduğu tüm şekerler. Bu şekerler serbest olabilir ya da proteinler ve yağlar gibi başka moleküllere bağlanmış olabilir.
İnteraktom: Hücredeki tüm moleküllerin etkileşimi.
Lipidom: Hücre, doku veya organizmanın sahip olduğu tüm lipid profili.
Metabolom: Organizmada bulunan tüm küçük moleküllü metabolitler.
Metalom: Belli bir doku ya da hücrede bulunan farklı metallerin tümü.
Proteom: Genom tarafından ifade edilen tüm proteinler
Sekretom: Genomun hücre tarafından salgılanan tüm ürünleri
Transkriptom: Hücrede bulunan, protein sentezine katılan ve katılmayan RNA'ların tümü.

Proteom araştırmaları genom araştırmalarından daha karmaşık ve zaman alıcı. Genom çalışmalarında, geni oluşturan DNA'nın baz dizilişi ön plana çıkıyor. Oysa proteinler metaller, lipitler ve karbonhidratlar gibi farklı moleküllerle bir araya gelme özelliği nedeniyle daha karmaşık ve çeşitliler. Proteinlerin farklı moleküllere bağlanması veya ayrılması ortama ve zamana göre de değişkenlik gösteriyor. Ayrıca proteinler, ortam koşullarının değişmesine bağlı ola-

Proteomik çalışmalarda doku ve hücrelerle birlikte vücut sıvıları da sıklıkla kullanılıyor. Örneğin beyin omurilik sıvısı, plazma (veya serum), idrar gibi sıvıların farklı zaman ve durumlarda içerdiği proteinler bu çalışmalarla aydınlatılabiliyor. Proteinlerin yapı ve işlevlerinin aydınlatılması için bulundukları ortamdan yapıları bozulmadan çıkartılmaları gerekiyor. Proteinleri ayırmak için çok farklı yöntemler kullanılıyor. Kuşkusuz elektroforez içlerinde en önemlilerinden biri.

Protein Elektroforezi

Dokularda, hücrelerde veya kanda bulunan proteinlerin özelliklerini, yapılarını ve işlevlerini öğrenmek için öncelikle onları birbirlerinden ayırmamız gerekiyor. Proteinleri birbirlerinden ayırdıktan sonra istediğimiz proteini ayrıntılı olarak inceleyebiliriz. İncelemek istediğimiz proteinleri birbirlerinden ayırmak için başvurduğumuz yöntemlerden biri de elektroforez. Elektroforez, bir çözeltide bulunan proteinlerin elektriksel alanda hareket ettirilerek birbirlerinden ayrılmalarını sağlayan bir yöntem. Bu çözelti plazma, idrar, beyin omurilik sıvısı veya özel işlemlerden geçirilen doku örneği olabilir. Söz konusu elektriksel alan olunca, proteinlerin sahip oldukları elektriksel yük önem taşır. Küçük ve yüklü proteinler daha hızlı, diğerleri daha yavaş hareket eder. Proteinleri tek tek ayırmak için bu yöntem tek başına yeterli olmaz. Çünkü benzer yük ve büyüklüklere sahip olan proteinler aynı hızda hareket ettikleri için ayrılmaz. Eğer kısmen ayrılmış proteinleri, farklı bir ortamda tekrar hareket ettirebilirsek, tüm proteinleri birbirinden ayırma imkânımız olabilir. İşte bu düşünceden hareketle geliştirilen iki boyutlu elektroforez yöntemi, günümüzde proteom çalışmalarının en önemli basamağını oluşturuyor. Bu ayırım işlemlerini öğrencilere uygulanan bir sınava benzetebiliriz. Eğer öğrencilere örneğin sadece matematik soruları sorulursa, bazı öğrenciler aynı sayıda soruya doğru cevap verebilir ve bu durumda tüm öğrencileri sıralamak mümkün olmaz. Ayırımı daha iyi yapmak için farklı ikinci bir sınav yapılabilir. Matematik dışı sorular sorulursa daha önce aynı sayıda matematik sorusuna cevap veren öğrencileri ve dolayısıyla tüm öğrencileri ayırmak daha kolay olabilir.



İki boyutlu jel elektroforezi için kullanılan tank. Tankın ortasında jel üzerinde protein bantları görülüyor.

Elektroforez işleminden sonra proteinleri görünür hale getirmek için sadece proteinlere bağlanabilen özel boyalar kullanılıyor. Proteinler boyandıktan sonra karşımıza tıpkı gökadaların haritası gibi bir görüntü çıkıyor. Bu haritadaki her bir nokta veya bölge ayrı bir proteini gösteriyor. İnanılmaz derecede güçlü olan bu yöntemle sağlıklı ve hastalıklı bireylerde karşılaştırma çalışmaları yapma olanağına kavuşuyoruz. Örneğin karaciğer kanseri olan hastaların kanında ne gibi değişiklikler olduğunu araştırabiliriz. Bunun için sağlıklı bireylerin kan örnekleri alınarak iki boyutlu elektroforez yapılır. Benzer çalışma ayrıca karaciğer kanseri olan hastalarda da yapılır. Her iki grubun elektroforez görüntüleri karşılaştırılır. Eğer hastalıklı bireylerin elektroforez görüntülerinde farklı bir protein tespit edilirse bunun hastalıktan kaynaklanabileceği düşünülür. Bu durumda ilgili proteinin yapı ve işlevinin aydınlatılması gerekmektedir. Bunun için proteinin bulunduğu bölge kesilerek çıkarılır ve bu bölgedeki proteinin öncelikle kütle spektrometresi ile kütlesi ölçülür. Daha sonra aminoasit dizilimi belirlenerek proteinin yapısı aydınlatılır.

Proteinlerde Kütle Analizi

Proteinlerin kütle analizi çok sayıda faklı yöntemle yapılabiliyor. Ancak hiçbir yöntem kütle spektrometresi kadar kolay ve güçlü değil. Proteom analizinde, iki boyutlu elektroforezle birbirinden ayrılan proteinlerin kütleleri, kütle spektrometresi kullanılarak kolaylıkla ve kısa zamanda ölçülebilir. Kütle spektrometresi, proteinlerin kütlesini doğrudan ölçemiyor, ancak kütle/elektriksel yük (m/z) oranını ölçebiliyor. Kütle spektrometresi ile ölçüm yapılabilmesi için incelenecek proteinlerin yüklü olması şart. Bu amaçla öncelikle incelenecek maddelerin değişik yöntemlerle iyonlaştırılarak yüklü hale getirilmesi gerekiyor. Bu yöntemle bir çözeltide bulunan çok sayıda farklı proteinin kütle analizi kolaylıkla yapılabiliyor. Kütle analizi için vazgeçilmez olan kütle spektrometresindeki gelişmeler, kuşkusuz proteom çalışmalarının ivme kazanmasında en önemli etken oldu. 2002'de biyolojik makromoleküllerin kütle spektrofotometrik analizindeki çalışmalarından ötürü John Bennett Fenn ve Koichi Tanaka Nobel ödülüne layık görüldüler.

Kütle spektrometresi ile kütlesi ölçülen proteinlerin içerdikleri aminoasitler belirlenebilir. Dizi analiziyle örneğin 80 aminoasit içeren bir proteinin tüm aminoasitleri sırayla tek tek belirlenebilir.

Proteinlerde Dizi Analizi

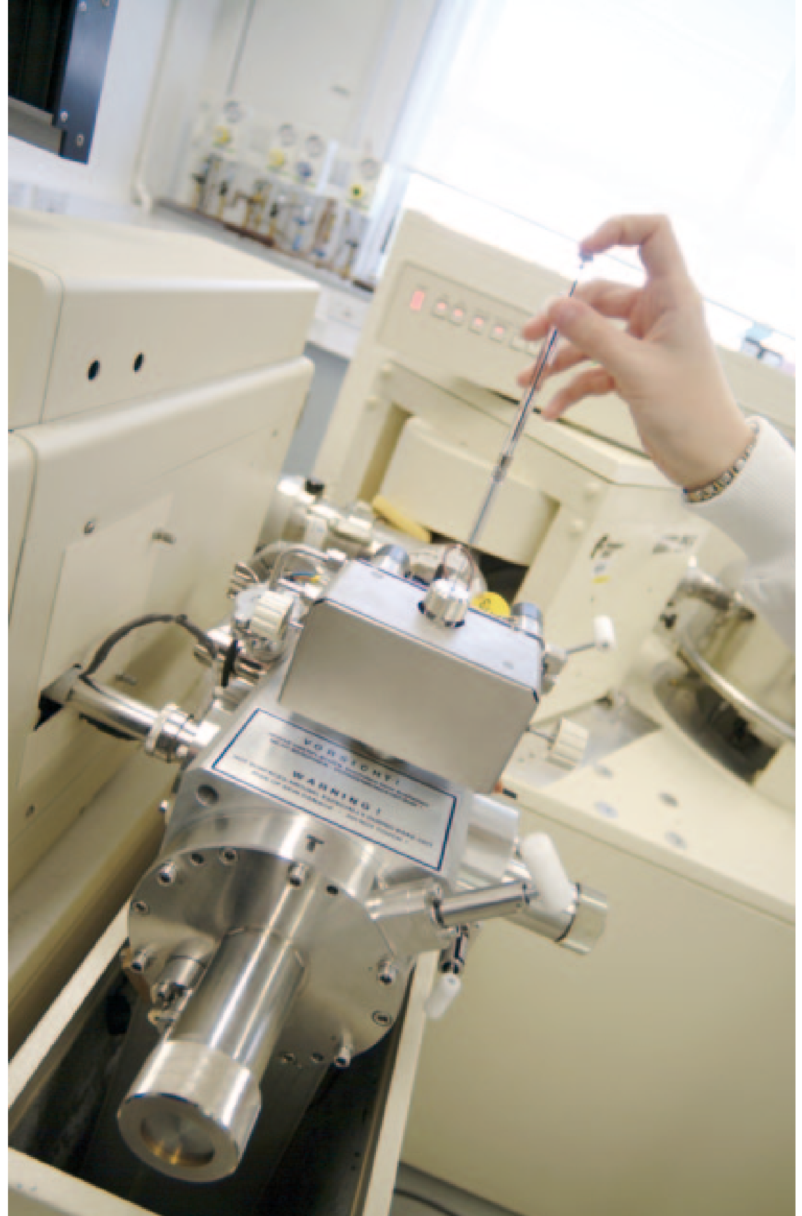
Proteom analizi çalışmaları 1990'lı yıllarda yeni bir boyut kazandıysa da konuyla ilgili ilk çalışmalar çok öncelere dayanıyor. 1945 yılında Frederic Sanger (1918 -) protein dizi analizi için ilk büyük çalışmayı gerçekleştirdi. Reaktifi olarak da bilinen dinitroflorobenzen'i kullanan Sanger, insülin hormonunun aminoasit dizilimini aydınlatmayı başardı. Sanger bu başarısıyla 1958'de Nobel tıp ve fizyoloji ödülünü aldı. 1980'de ise nükleik asitlerin dizi analizi konusundaki çalışmalarından ötürü ikinci kez Nobel Kimya Ödülü aldı ve iki kez Nobel alan ve şu an hayatta olan tek bilim insanı. Sanger'den sonra Pehr Victor Edman (1916-1977) tarafından geliştirilen yöntemle proteinlerin dizi analizi daha kolay yapılmaya başlandı. Yüzlerce aminoasit içeren ve karmaşık üç boyutlu yapıları olan proteinlerin aminoasit diziliminin artık tek tek gerçekleştirilebilmesinin önü açıldı.

Edman yöntemiyle, proteinlerde aminoasitlerin dizilim sırasını belirlemek için öncelikle incelenecek proteinin bulunduğu ortama Fenilizotiyosiyanat (Edman Reaktifi olarak da bilinir) adlı bileşik ekleniyor. Bu bileşik protein zincirinin ilk aminoasidine bağlanarak (amino grubuna bağlanır) onun proteinden ayrılmasını kolaylaştırıyor. Ayrılan aminoasidin kimliğini kolaylıkla belirleyebiliyoruz. Bu işlem defalarca tekrarlanarak proteindeki tüm aminoasitleri sırayla belirlemek mümkün.

Kütlesi ve aminoasit dizilimi belirlenen protein daha sonra protein veri bankalarındaki diğer proteinlerle karşılaştırılır. Eğer protein veri bankasında aynı dizilime ve özeliklere sahip başka bir protein bulunuyorsa elde edilen proteinin yeni olmadığı daha önce çalışıldığı anlaşılır, değilse yeni bir protein olduğuna karar verilir. Sonraki aşamalarda bu proteinin teşhis veya tedavi amacıyla kullanılıp kullanılmayacağı araştırılır. Bu işlemler tüm doku ve hücrelere uygulanabilir. Karşılaşabildiğimiz tüm hastalıklar için bu tekniği kullanabiliyoruz. Bu amaçladır ki son yıllarda proteomikle ilgili çalışmalarda adeta bir patlama yaşanıyor.

Sonuç

Proteom analizinin getirdiği yenilikçi bakış açısı sadece proteinlerle sınırlı kalmadı, diğer tüm moleküller için de adeta bir dönüm noktası oldu. Proteom analiziyle başta kanser olmak üzere çok sayıda hastalığın ayrıntılı olarak incelenebilmesinin yolu açıldı. Artık hastalığa ve kişiye özel tedavi stratejileri geliştiriliyor. Tüm bu çalışmaların sonucunda, yirmi birinci yüzyılda biyoloji ve tıp artık mikroskobik dönemi geride bırakarak nanoskobik döneme geçiyor.



Kütle spektrometresi.

İnsan proteom haritası çıkarıldığı gün çok sayıda hastalık da belki tarihin sayfaları arasında yerini alacak. Ancak genomun aksine insan proteom haritasının çıkarılması kolay değil ve çok zaman alacak gibi görünüyor. İçinde bulunduğumuz yüzyılda, tıp ve biyolojide belki de en çok duyacağımız sözcük proteom olacak.

Kaynaklar

Wasinger, V. C., Cordwell, S. J. ve diğerleri. "Progress with gene-product mapping of the Mollicutes: Mycoplasma genitalium," *Electrophoresis* 16 (1995): 1090-94.
Aebersold, R., "Constellations in a cellular universe," *Nature* 422 (2003): 115-116.
http://www.hprd.org/
http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do
http://www.hupo.org/

Gökhan Aydemir

Küresel Isınma ve
Geleceğin Hastalıkları

>>>

Geleceğin hastalıkları bu günün bilimsel metotlarıyla saptanabilir mi ya da gelecekte karşılaşacağımız ve varlığımızı tehlikeye sokacak rahatsızlık türleri şimdiden öngörülebilir mi?

İleride bir tarihte kimse Ebola, Lassa ve Marburg hummaları ya da AIDS benzeri salgınların çıkmayacağını söyleyemez. Bu tarz salgınlara sebep olan virüsler bir yerlerde sessizce mutasyona uğramakta ve katastrofik biçimde patlak vermek için fırsat kolluyor olabilir. Geleceğe en iyi şekilde hazırlandıklarından şüphemiz yok!

Küresel ısınma kavramı 19. yüzyılın başlarında ortaya çıktı. Bu kavram Dünya'nın ortalama yüzey sıcaklığının atmosferde biriken sera gazları nedeniyle artması olarak tanımlanmaktadır. Bilim insanları aslında dünya ikliminin bugünkü durumunun önümüzdeki birkaç bin yılda (jeolojik olarak çok yakın bir gelecekte) değişmeye başlayacağını zaten düşünüyorlardı, fakat Dünya'nın, tıpkı 11.500 yıl önce sona eren 'buzul çağı' gibi, yine soğuk bir döneme girmesini öngörüyorlardı, ısınmasını değil. Yapılan yüzlerce araştırmanın sonucunda bu umulmadık ısınmaya insan etkinliklerinin yol açtığı anlaşıldı. Yani dünyamızı biz ısıtıyorduk. Hem de 4,6 milyar yıllık Dünya tarihinde görülmemiş bir hızla. Gelecek senaryoları bu ısınmanın varlığımızı tehdit eder nitelikte sorunlara gebe olduğuna işaret eder ki geçmişte iklim değişikliklerinin yeryüzündeki hayatı nasıl etkilediği bilim insanlarının araştırmalarıyla gün ışığına çıkmaktadır. Çok uzak olmayan zor günleri geçmişin ışığında değerlendirmek, neden-sonuç ilişkisi içinde yarınları anlamamıza yardım edecektir. Isınan yeryüzü, azalan su miktarı ve birçok olumsuz etkenin ışığında geleceğin hastalıkları veya salgınları acaba geçmişte yaşananlara benzeyecek mi? Bu soruya cevap verebilmemiz için gelecekte oluşacak iklimsel tablonun ekonomik, çevresel ve sosyal etkilerini anlamamız gerekmektedir.

Üründe kayıp, böcek istilâsı, bitki hastalıkları, ürün kalitesinde düşüklük, hayvancılıkta kayıp, otlakların verimliliğinin azalması, hayvanlar için su ve besin temin edilememesi, orman ürünlerinde kayıplar, orman yangınları, ağaç hastalıkları, su ürünlerinde kayıp, yiyecek üretiminde düşüş, yiyecek stoklarında azalma, yeni ve ilâve su kaynaklarının geliştirilmesindeki pahalılık, enerji üretiminde azalma gelecekte oluşacak iklimsel tablonun ekonomik etkileri arasında sayılabilir. Topraktaki su ve rüzgâr erozyonu, bitki alanlarının zarara uğraması, su kalitesinin bozulması, hayvan kalitesindeki bozulmalar, hayvanların doğal yaşam alanlarının daralması gelecekte oluşacak iklimsel tablonun çevresel etkileri arasında sayılabilir. Sosyal huzursuzluk, göç olaylarında artış, yoksulluğun artması, yiyecek kıtlığı ise gelecekte oluşacak iklimsel tablonun sosyal etkileri arasında sayılabilir.

Geleceğin dünyası, sıcaklığın yanı sıra yukarıdaki kuraklık faktörleriyle de yaşam alanlarını daraltan bir görüntüye bürünecektir. Yukarıdaki sorumuza bir cevap bulabilmemiz için bir diğer etmeni yani geçmişte yaşanan benzer durumları da ele alıp anlamamız gerekmektedir.

Byron'un Sesi

Ünlü şair 1816 yılında yaşananları şu dizeleriyle kaleme dökmüştür:

Bir düş gördüm
Hepsi düş olmasa da
Parlak güneş sönmüştü
Ve yıldızlar
Kaybolmuştu uzayın sonsuzluğunda...

Dünya'nın hassas termostatı yalnızca 1 santigrat derece düşmüştü ve İrlanda'da 65.000 insanın ölümüne sebep olan kıtlık ve tifo salgını yaşanmıştı. O sene bahar hiç gelmedi, yazın hava hiç ısınmadı: 1816 "yazsız sene" olarak hafızalara kazındı. Sabah donları Haziran'a kadar devam etti ve ekilen tohumların neredeyse hiçbiri filiz vermedi. Yemsiz kalan çiftlik hayvanları telef oldu ya da vaktinden evvel kesilmeleri gerekti. Bill Bryson, *Hemen Her Şeyin Kısa Tarihi* isimli kitabında tüm bu olayların sebebini 1815 yılında Endonezya'nın Sumbawa Adası'nda bulunan Tambora yanardağının püskürmesine bağlar. İki yüz kırk kilometreküp kül, toz ve kum dumanı atmosfere yerleşerek güneş ışınlarını bloke etmiştir ve 100.000 kişinin ölümüne sebep olan afet Avrupa'yı bir yıl sonra kuraklığa itecek faktörleri tetiklemiştir. Yarının dünyasının aksine ısınma değil yalnızca bir santigrat derecelik bir soğuma gerçekleşmiştir. Ancak bu, felaketin küresel boyutlara ulaşması ve yakın tarihimizde gerçekleşmiş olması sebebiyle önemli bir örnektir. Sağlık problemlerinin anlaşılabilmesi için daha uzun bir dönem incelenmelidir. Çünkü rüzgârların taşıdığı iki yüz kırk kilometreküp kül, toz ve kum dumanının neleri ihtiva ettiği ve yeryüzüne inişindeki etmenlerin ve geçen sürenin anlaşılabilmesi gerekmektedir. Kabaca bir tahminle solunum rahatsızlıklarının yaşanmış olabileceğini öngörebiliriz.



Bir başka örneğimiz isee 'büyük domuz gribi' salgını. Bu salgın bazen 'büyük İspanyol gribi' olarak da isimlendirilmektedir. 1918 baharında ortaya çıkan salgın, yaşanan harbin aldığı can kadar can almış tehlikeli bir salgındır. O dönemde Amerika'da okullar tatil edildi. Kamusal eğlence merkezleri kapatıldı, insanlar her yerde maskelerle dolaşmaya başladı. Can kaybı tahminleri, üçüncü dünya ülkelerinde ölüm kayıtlarının kötü tutulması, doğru teşhisin konulamaması gibi faktörlere rağmen, bazı kaynaklarda 100 milyon gibi büyük bir sayı ile telaffuz edilir. Aşı çalışmaları o dönemde ne yazık ki bir çare olamadı. Neyse ki salgına sebep olan virüsler geldikleri gibi sessizce doğamızı terk ettiler. Bu ve benzer salgınlar çeşitli dönemlerde ortaya çıkmış ve ciddi sayılarda can almışlardır. H1N1 virüsü 1933, 1950 ve 1970'li tarihlerde ciddi salgınlara yol açtıktan sonra ortadan kaybolmuş fakat günümüzde yeniden ciddi bir sağlık problemi olmuştur. Öyle ki yapılması gereken iş gezilerini, turizm gibi ekonomik değerleri etkilemiş, sağlığımızın yanı sıra ekonomimize de zarar vermiştir.

Bakteriler

Her insan vücudu 10 katrilyon civarında hücreden oluşur. Buna karşılık 100 katrilyon bakteriyel hücre barındırır. Bin mikroptan yalnızca birinin hastalığa sebep olduğunu düşünürseniz ve bakterilerin bizler için sağladığı faydaları göz önüne alırsanız şüphesiz onlara saygı duyarsınız. Kısaca onlar olmasaydı çürüme gerçekleşmezdi, suyumuz arttırılamaz, verimsiz topraklarda yaşardık. Vücudumuzda yediklerimizi yararlı şekerlere ve polisakkaritlere dönüştüren ya da vitaminleri sentezleyen de onlardır. Bir başka ifadeyle havadan nitrojen almak ve onu sağlığa yararlı nükleotitlere ve amino asitlere çevirmek gibi önemli sebeplerden ötürü bakterilere bağımlıyız. Dünya'nın çeşitli derinliklerinde, yüksekliklerinde ya da geçmişin izlerinde bakterilere rastlanmıştır. Hemen her yerde herhangi bir çeşidi karşımıza çıkar. Sorumuza cevap verecek olanlarıysa hastalık taşıyan organizmalardır. Örneğin nekrotizan fasiit son zamanların ürkütücü hastalıklarındandır ve bu hastalığa sebep olan bakteriler bulaştıkları dokudan başlayarak insanı için için yer ve geriye peltemsi bir artık bırakır. Hastaların %70'i ne yazık ki ölür. Enfeksiyonun kaynağı ise A grubu Streptococcus denilen ve normalde boğaz iltihabından başka bir şeye yol açmayan sıradan bir bakteri familyasıdır. Kısacası bakterilerin yol açtığı enfeksiyonlardan hatırı sayılır bir sayıda insan hayatını kaybetmiştir. Onlara karşı tek silahımız antibiyotiklerdir. Ancak bölgesel ve iklimsel olarak bakteriler, antibiyotiklere karşı bir direnç geliştirirler. Örneğin Marma-

>>>

ra bölgesi ile Ege bölgesi arasında bu fark gözlemlenebilir. Daha belirgin bir örnek verecek olursak, E. coli'nin amoksisilin/klavulanata karşı direnç oranı Tunus'ta %54; Rusya'da %28,4; Yemen'de %29,9; Almanya'da %80 olarak bildirilmektedir. Ülkemizde de yine bölgesel reçetelendirmeye bağlı olarak direnç oranları değişmektedir. E. coli'nin amoksisilin/klavulanata karşı direnci İzmir'de %26,8; İstanbul'da % 70,5'tir. Çok yakın bir gelecekte etkili bir antibiyotik bulamayacağımız söylenebilir. Bilim insanları yeni umutlarla çalışmalarına devam etmektedir. Konumuzu toparlarsak yarın bir gün, Güneş patladığı zaman ya da Dünya bize yaşamamız için imkân tanımayacak kadar değişse bile bakteriler yine burada olacaktır diyebiliriz. Bunu düşündüren gerekçeler oldukça fazladır. Ay'daki bir kameranın sızdırmaz merceğinde iki sene yaşayan Streptococcus bakterisi her ortama adapte olduklarının güzide bir örneğidir. Kısacası gelecekte bakterilerin yol açacağı birçok yeni hastalıkla tanışabilir ve elimizdeki kısıtlı malzeme yüzünden yok oluşun eşiğine gelebiliriz.

Yukarıda yer verdiğimiz başlıkları ya da örnekleri arttırmamız mümkün. Geçmiş, bir şekilde yaşanan felaketlerin kaydını tutarak bizlere neler olduğunu anlatır ve geleceğimiz için tedbirli olmamız gerektiğini söyler. Dünya tarihinde yaşamı yok edecek düzeyde ani iklim değişimlerinin olduğu saptanmıştır. Bir gün bu tarz bir değişimle karşılaşmamak için çeşitli kurum ve kuruluşlar, 'Küresel Isınma' tehlikesini gözler önüne sermiş ve insan eliyle yaklaşan felaketin önlenemese bile yavaşlatılabilmesi için çalışmalar yapmıştır. Geleceğin hastalıkları bu günün bilimsel yöntemleriyle saptanabilir mi ya da gelecekte karşılaşacağımız ve varlığımızı tehlikeye sokacak rahatsızlık türleri şimdiden öngörülebilir mi? Sorusuna verilebilecek en iyimser yanıt "yalnızca tedbirler alınabilir ancak önlenebilir denemez" olacaktır. Bugün emdiği her HIV virüsünü kendi metabolizması içinde yok eden sivrisinekler, yarının değişen dünyasında bu virüsün mutasyonu karşısında pek tabi taşıyıcı olabilirler.



Dünya'nın sıcaklığının artmasına bağlı olarak oluşan sıcak dalgalarına bağlı hastalık ve ölümler mevsimsel olarak görülmeye başlanmıştır. Ayrıca taşıyıcılarla yayılan hastalıkların artması, taşıyıcıların üreme bölgelerinin genişlemesi ve değişmesi diğer bir önemli sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Artan ortalama çevresel sıcaklık sivrisinek gibi taşıyıcı canlıların dağılım oranını, dağılımını ve çokluğunu etkileyecek, patojenlerin daha hızlı çoğalmalarına ve hastalık yapma yeteneklerinin artmasına neden olacaktır.



Toplumlar beklenmedik bir dayanışma anlayışıyla bir araya gelmelidir ki bugün çizilen tablonun aksine yarınlarımız için güzel ve yaşanabilir bir dünyayı çocuklarımıza bırakabilelim. Tüm bu değerlendirmelerimizin ışığında anlaşılan geleceğin hastalıkları geçmişte yaşananlara kıyasla daha ölümcül olacaktır. Hatta bugün ayakta atlattığımız birçok rahatsızlık, yarının iklim şartlarında bizi birkaç saat içinde canımızdan edebilir. Yarın olmadan bakterilerin ve virüslerin dünyası tam olarak anlaşılmalı ve değişen şartlara nasıl adapte oldukları gün ışığına çıkmalıdır. Kim bilir belki bilim dünyası 'geleceğe endeksli' bir Tıp kolunu kurarak birçok rahatsızlığın aşı ya da tedavisini çok önceden geliştirebilecektir.

Sonuç olarak, gelecekte bizleri ısınmış bir Dünya'nın yanı sıra birçok hastalık beklemektedir. İklim değişikliğinin sağlık üzerine olan etkilerini azaltıcı eylem planı şu şekilde özetlenebilir:
Temel Korunma: İklim değişikliğinin tamamen önlenmesi.
Birincil Koruma: Çevresel etkenler nedeniyle başlayacak hastalıkların önlenmesi.
İkincil Koruma: Hastalık etkileri ortaya çıktıktan sonra alınacak önlemler.
Üçüncül Korunma: Hastalıklar sonucu ortaya çıkan hastalık oranını, hastalığa yakalananların sayısını ve ölüm oranlarını azaltmak için yapılacak tüm sağlık hizmetleri.



Binbaşı Uzman Dr. Gökhan AYDEMİR, 1997 yılında Gülhane Askeri Tıp Akademisi'ni derece ile bitirmiştir. Deniz kuvvetlerinin çeşitli birim ve hastanelerinde çalıştıktan sonra 2004 yılında çocuk sağlığı ve hastalıkları uzmanı olmuştur. Halen Heybeliada Deniz Lisesi Komutanlığı'nda çocuk hastalıkları uzmanı olarak çalışmaktadır.

Kaynaklar:
Bilim ve Teknik Dergisi, Sayı 467, s. 54, Ekim 2006, Sayı 490, s. 10, Eylül 2008
Kemal Öztürk, "Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri",*G.Ü. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* Cilt 22, Sayı 1 s. 63, 2002
Bill Bryson, *Hemen Herşeyin Kısa Tarihi,* Boyner Yayınları 2005, s. 263,274,278,367,368
Katosova LK, Zorkin SN, Alekhina VM, Chashchina IL, Abramov KS. "Resistance of urinary tract infection pathogens and choice of antibacterial therapy in pediatric urologic practice", *Antibiot Khimioter* 49:34-39, 2004.
Dr. Çağatay Güler, "İklim Değişikliği ve Sağlık", *Hacettepe Tıp Dergisi*, Sayı 33(1), S. 36-38, 2002
Ayşegül Cebe, Adnan Ayvaz, Nazan Yıldız, Selma Çetinkaya, "Sivas İlinde Çocukluk Çağı İdrar Yolu Enfeksiyonlarında İdrar Kültür Sonuçları; İlk tedavi seçimi Nasıl Olmalıdır?" *Van Tıp* Dergisi:15 (1):7-12, 2008

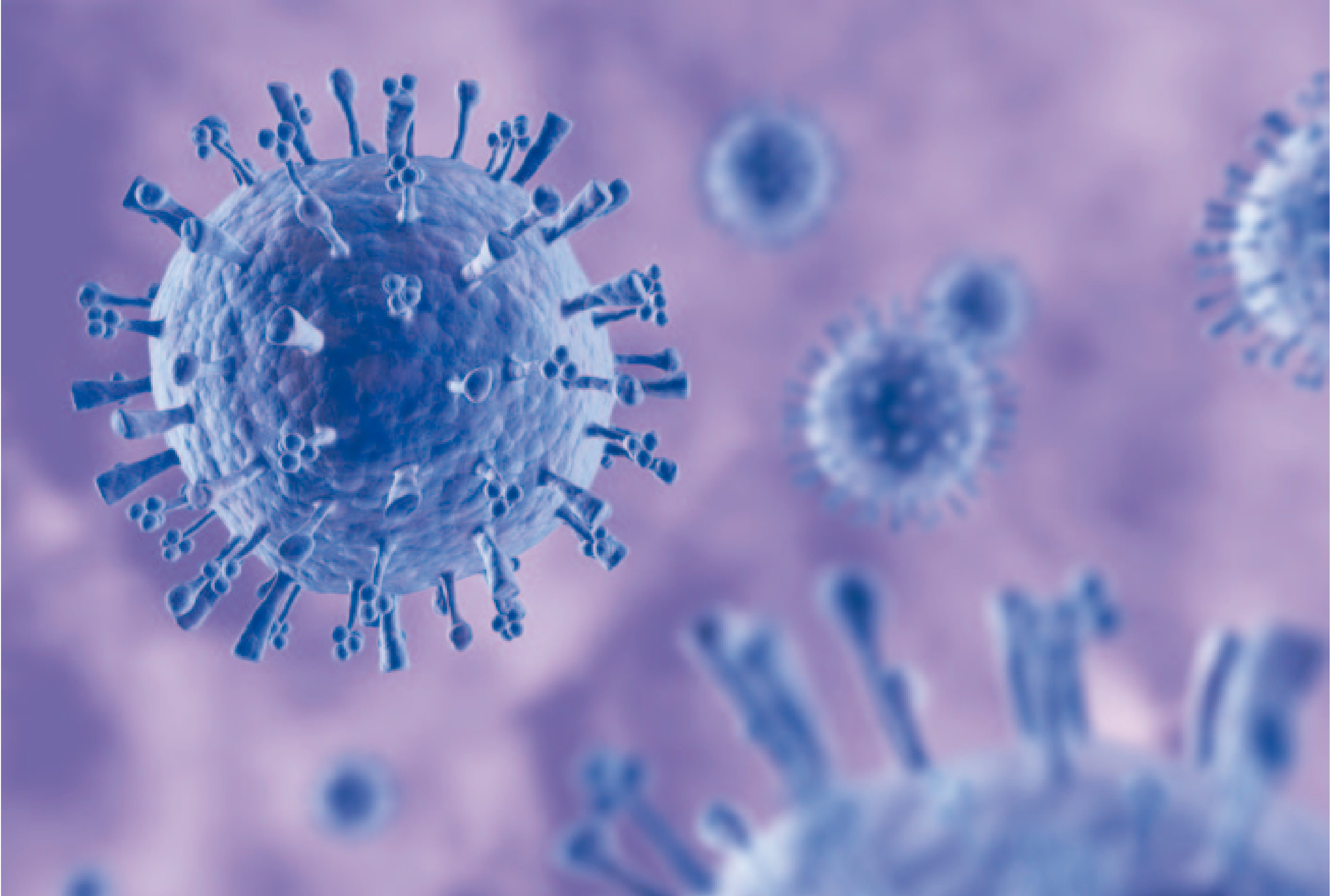
Doç. Dr. Ferda Şenel

Kış Hastalıkları

Havaların giderek soğuduğu bu günlerde bazı hastalıkların görülme sıklığı da oldukça arttı. Özellikle solunum yolu hastalıkları kış aylarında doruk noktaya ulaşır. Bunların başında grip, faranjit, sinüzit, bronşit ve zatürre gelir. Son aylarda halkın çoğunluğunu etkileyen gribal enfeksiyonlar kışın zirve yapar ve bahara doğru inişe geçer. Hapşırık, öksürük, halsizlik ve yüksek ateşle kendini gösteren grip salgınlarına genellikle influenza virüsleri yol açar. Son aylarda domuz gribi veya A tipi influenza salgını olarak adlandırılan hastalığın ilerleyip zatürreye yol açması ve ölümle neticelenebilmesi, solunum yolu hastalıkları üzerindeki ilgiyi önemli ölçüde arttırdı. Solunum yollarını etkileyen bu tür hastalıkların kış aylarında artış göstermesinin çeşitli sebepleri bulunmaktadır. Virüslerin soğuk havalarda kendilerine koruyucu kılıf oluşturarak olumsuz çevre şartlarından etkilenmemesi ve hayatta kalmayı başarabilmesi bunlardan biridir. Havaların soğumasıyla birlikte özellikle influenza virüsü yapı değiştirir ve daha dayanıklı hale gelir. Bu sayede virüs insan vücudu dışındaki ortamlarda daha uzun süre yaşar ve hastalığın kolay bulaşmasına yol açar. Kış aylarında havaların kuruması da solunum yollarını olumsuz etkileyen unsurlar arasındadır. Soğuk ve kuru hava solunum yolu hücrelerinde su kaybına yol açar, yani onları kurutur. Solunum yolu hücreleri kuruyunca, salgıladıkları koruyucu sıvılar azalır ve daha katı hale gelir. Hücrelerdeki bu değişiklikler, hava yollarını mikroplara daha duyarlı hale getirir. Kuruyan ve salgısı katılaşan hücreler mikroplara karşı yeterince savaşamaz ve mikropların solunum yollarına yerleşmesi kolaylaşır.

Kış aylarında görülen solunum yolu hastalıklarının artmasındaki önemli nedenlerden biri de bu aylarda insanların genellikle kapalı mekanlarda bulunmasıdır. Pencerelerin açılmaması, ortamın havalandırılmaması, havada asılı olan mikrop yoğunluğunu arttırır. Havalandırması yeterli olmayan ofiste bir kişinin dahi gribal enfeksiyona yakalanması, diğerlerinin de hastalanmasına yol açabilir. Ancak yaz aylarında kapı ve pencereler genellikle açık olduğu için ortamdaki mikrop yoğunluğu azalır ve hastalıkların bulaşma riski de önemli oranda düşer.

Her türlü gribal enfeksiyon, faranjit, sinüzit, bronşit ve zatürre gibi hastalıklar bazı kişilerde ölümle neticelenebilmektedir. Bağışıklık sistemi zayıflamış kişilerde, şeker hastalarında, karaciğer, kalp, böbrek ve akciğer hastalarında bu tür enfeksiyonlar oldukça önem taşır. Bu risk gruplarında hayatı tehdit eden solunum yolu hastalıkları, vücut direnci yüksek olan sağlıklı genç insanlarda dahi bazen ölüme yol açabilmektedir. Kış aylarında sıkça görülen solunum yolu hastalıklarının belirtilerinin, risklerinin ve koruyucu önlemlerin toplum tarafından bilinmesi, hastalıkların görülme sıklığını azaltması açısından oldukça önem taşır.



Jupiterimages

Jupiterimages

mfsenel@yahoo.com.tr

Tonsillit - Faranjit

Bademcikler, boğazın arka tarafında bulunan, iki adet, küçük ceviz büyüklüğünde organdır. Görevleri vücudu mikroplara karşı korumak olan bademcikler bazen mikroplara karşı yenik düşer ve hastalanırlar. Bademciklerin mikrobik hastalığına tonsillit denilir. Bu bölgedeki mikroplar sadece bademciklerle sınırlı kalmayıp genellikle boğazın tamamına yayılır. Faranjit denilen bu durum boğazda kızarıklık ve ağrıyla seyreder. Tonsillit ve faranjite genellikle streptokok türü bakteriler yol açar. Boğazda şişlik, kızarıklık ve ağrıyla başlayan bu hastalıklar kişide halsizliğe ve yüksek ateşe de neden olabilir. Yutkunma güçlüğü, baş ağrısı, iştahsızlık, öksürük, kas ağrıları diğer belirtiler arasındadır. Bu hastalıklar, boğazda apse oluşumuna dahi yol açabilir. Tonsillit ve faranjitin nadir komplikasyonu olan apse, derhal tedavi edilmesi gereken bir durumdur. Boğaz enfeksiyonları, tedavi edilmediğinde sinüzit veya zatürre gibi hastalıklara da yol açabilir. Üst solunum yolunda hastalığa yol açan mikroplar, küçük çocuklarda, bağışıklık sistemi zayıf olanlarda veya şeker, kalp, akciğer hastalığı olan kişilerde daha aşağı inerek akciğerlerde enfeksiyona yani zatürreye sebep olabilir. Zatürre denilen bu durum daha ciddi bir hastalıktır ve tedavi edilmediğinde ölümle sonuçlanabilir.

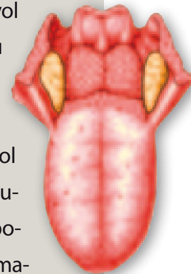
Boğaz enfeksiyonlarının erken dönemde sebep olduğu zatürre gibi ciddi hastalıklar dışında mikropların bağışıklık sisteminde yol açtığı bozukluklardan kaynaklanan bazı hastalıklar da mevcuttur. Özellikle A grubu beta hemolitik streptokok ya da toplumda kısaca beta olarak bilinen bakteriye bağlı gelişen boğaz iltihabından bir süre sonra nefrit gelişebilir. Böbreğin işlevsel dokusunun hastalığı olan nefrit böbrek yetmezliğine yol açar. Genellikle çocukluk çağında görülen bu komplikasyonda yüzde, ellerde, ayaklarda şişme, idrar miktarında azalma ve kan basıncında yükselme olur. Böbreğin görevini yapamamasına bağlı olarak kanda üre artar ve diyaliz ihtiyacı doğar. Hayatı tehdit eden bu hastalık, mikrobun doğrudan etkisine bağlı olmayıp, ona karşı gelişen antikorların böbreğe saldırması sonucunda olur. Boğaz enfeksiyonlarının diğer önemli bir komplikasyonu da "romatizmal ateş"tir. Kalbi etkileyen bu durum bazen kalıcı hasara veya kalp yetmezliğine yol açabilir. Bu komplikasyonlardan korunmanın en etkin yolu boğaz enfeksiyonlarının kısa sürede teşhis ve tedavi edilmesidir.



Jupiterimages

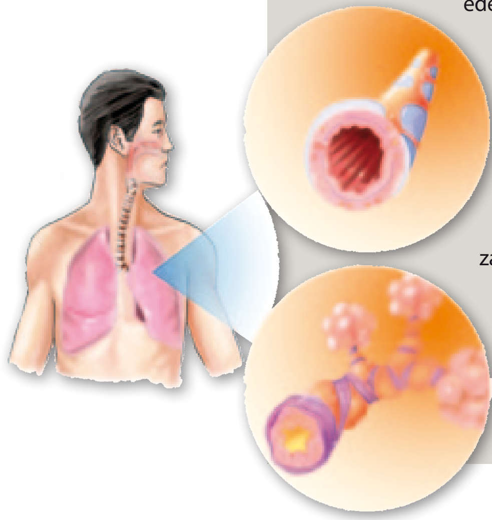
Beta mikrobuna bağlı tonsillit veya faranjitin teşhis edilmesinde en etkin yöntemlerden biri boğaz kültürü alınmasıdır. Her ne kadar muayene sırasında tipik görünümü sayesinde tanı yüksek olasılıkla mümkün olsa da kesin teşhis boğaz kültürüyle konulur. Boğaz kültürünün en önemli dezavantajı kesin sonuç için 1-2 gün bekleme zorunluluğudur. Son yıllarda hızlı bir şekilde sonuca ulaşan tetkikler geliştirilmiştir. Hızlı strep testi denilen yöntem yaklaşık 15 dakika içerisinde sonuç vermektedir. Boğazdan alınan salgılarda bakılan testin pozitif çıkması streptokok mikrobunun varlığını gösterir. Ancak bu testin en önemli dezavantajı, taşıyıcı konumunda olan kişilerde de testin pozitif çıkmasıdır. Yani, virüslere bağlı bir boğaz enfeksiyonu geçiren bir kişi, sadece streptokok mikrobunu taşısa bile, beta iltihabı geçiriyormuş gibi sonuç verebilir.

Boğaz enfeksiyonlarının tedavisi, bunlara yol açan mikroplara göre belirlenir. Virüslere bağlı gelişen hastalıkta bazı antiviral ilaçlar kullanılsa da çoğunlukla destekleyici, yani şikâyetleri gidermeye yönelik tedavi uygulanır. Enfeksiyona yol açan neden streptokok mikrobuysa penisilin grubu antibiyotikler kullanılır. Kişi senede 7-8 kez boğaz enfeksiyonu geçiriyorsa, bademciklerin alınması gündeme gelir.



Bronşit

Ana hava yollarının yani bronşların iltihaplanmasına bronşit denilir. Herhangi bir mikrop veya kimyasal madde bronşları tahriş edip bronşit oluşturabilir. Bronşit çoğunlukla virüs veya bakterilerin yol açtığı üst solunum yolu enfeksiyonlarından sonra gelişir. Ancak, başta sigara olmak üzere bazı kimyasallar da alt hava yollarını olumsuz etkiler. Tekstil alanında kullanılan bazı kimyasallar, amonyak veya çeşitli asitler de bronşları tahriş eder. Sadece dışarıdan gelen kimyasallar değil, vücudun kendi sıvıları dahi bronşit yapabilir. Yukarıya, yani ağza doğru ters yönde akan mide asidi bronşlara kaçtığında olumsuz etkiler yaratır. Özellikle yemek sonrasında ağza asitli sıvıların gelmesiyle kendini gösteren ve reflü olarak adlandırılan bu hastalık toplumda çok sık görülür ve bu kişilerde uzun süreli öksürüğe yol açar.



Bronşitin belirtileri arasında, öksürük, koyu kıvamlı geniz akıntısı, nefes darlığı, halsizlik, hafif ateş ve hırıltılı solunum sayılabilir. Bu şikâyetler genellikle üst solunum yolu enfeksiyonlarından kısa bir süre sonra başlar ve bir hafta içerisinde şiddeti önemli oranda azalır. Ancak şikâyetlerin uzun süre devam etmesi durumunda bronşitin müzminleştiği, yani kronikleştiği düşünülür. Hava yollarının uzun süreli tahrişi hava yollarını kaplayan hücrelerde değişikliğe yol açabilir. Yara benzeri bu yapısal değişiklikler meydana geldiğinde koyu kıvamda akıntı devam eder ve uzun süreli öksürük görülür. Kronik bronşiti olan kişilerin soğuk havalarda, başta öksürük olmak üzere şikâyetleri artar. Ek olarak, bu kişilerde sık sık üst solunum yolu enfeksiyonları görülür.

Bronşit genellikle viral üst solunum yolu enfeksiyonlarından sonra başladığı için tedavisinde antibiyotikler etkisizdir. Bol sıvı alımı, istirahat, dengeli beslenme, ılık ve nemli hava bronşit tedavisindeki temel unsurlardır.

Zatürre

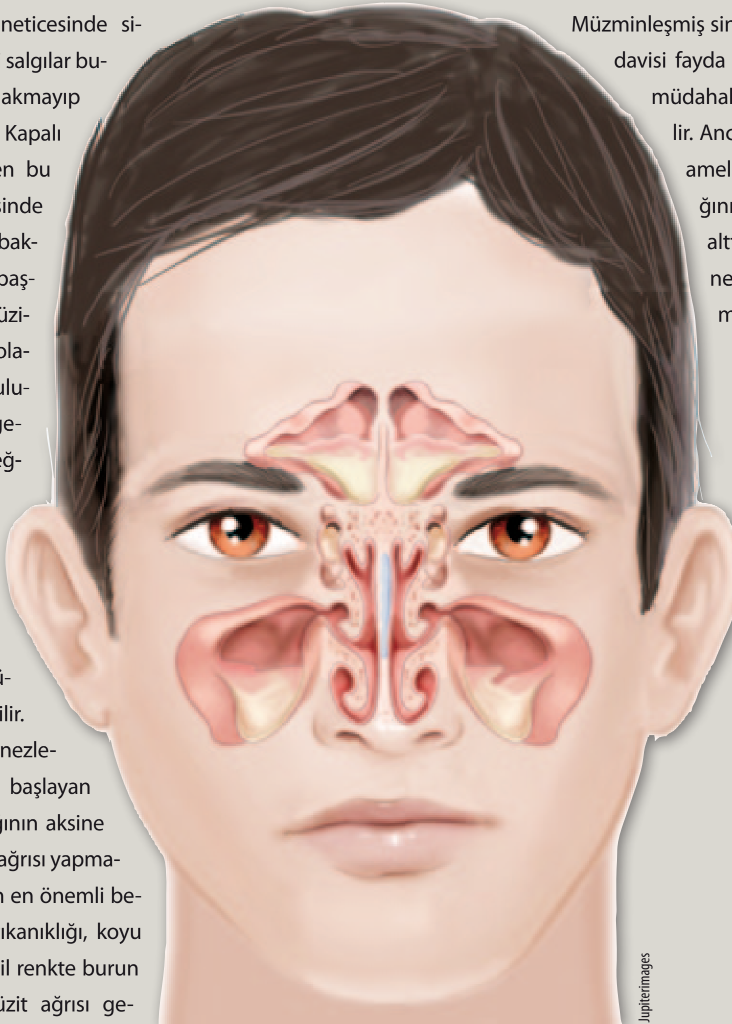
Akciğerin iltihaplanmasına zatürre denir. Zatürreye neden olan mikropların başında Streptococcus pneumoniae veya kısaca “pnömokok” gelir. Mikrop, akciğerlere üst solunum yollarından girer. Çoğunlukla gribal enfeksiyonları takiben başlar. Bu hastalıktan etkilenen yaş grubu 2 yaş altındaki çocuklar veya 65 yaş üzerindeki insanlardır. Ancak her yaş grubundaki insanlar zatürre geçirebilir. Kronik akciğer ve kalp hastaları, şeker hastaları veya bağışıklık sistemi zayıflamış kişiler zatürreye daha kolay yakalanırlar. Hastalık kişiden kişiye nefes yoluyla bulaşır. Hasta olan kişinin boğazındaki pnömokok mikrobu her nefes alışta, hapşırma veya öksürmeyle havaya dağılarak yakınında bulunan kişilere yayılır.

Zatürre, grip sonrasında oluşabilecek önemli bir komplikasyondur. Grip sonrası ölümler esas olarak zatürreye bağlıdır. Bu nedenle zatürrenin erken teşhisi ve tedavisi son derece önemlidir. Öksürük, yüksek ateş, halsizlik, yaygın kas ağrıları, iştahsızlık ve nefes darlığı zatürrenin en sık belirtileridir. Hastalığın tedavisinde penisilin grubu antibiyotikler tercih edilir. Ancak son yıllarda sık antibiyotik kullanımı nedeniyle birçok antibiyotiğe direnç geliştiği için bazı vakalarda damardan verilen daha kuvvetli ilaçlar kullanılmaktadır. Zatürre tedavi edilmediğinde pnömokok mikrobu kana karışıp sepsis denilen ve hayatı tehdit eden son derece ciddi bir sağlık sorununa yol açabiliyor. Zatürreden korunmak için son yıllarda pnömokok aşısı geliştirildi. Bu aşı özellikle küçük çocuklara, 65 yaş üzerindeki kişilere veya bağışıklık sistemi düşmüş, astım, kalp, akciğer, karaciğer, şeker hastalığı olan kişilere önerilmektedir.

Sinüzit

Burun ve göz çevresinde, kemikler içerisindeki boşluklara sinüs denir. Bu boşlukların iç yüzeyi ince bir hücre tabakasıyla kaplıdır. Sinüsler, ince kanallar yoluyla burun boşluğuna bağlanır. Bu boşluklar sayesinde sinüslerin içerisine hava girer ve sinüsler içerisinde üretilen özel salgılar rahatlıkla burun boşluğuna geçebilir. Burun boşluğuna akan bu salgılar solunum yolunun nemli tutulmasına katkıda bulunur. Sinüslerin iç yüzeyini kaplayan hücrelerin iltihaplanmasına sinüzit denir. Hangi sinüs etkileniyorsa ona göre ad verilir. Örneğin, üst çene kemiğinde burun kanatlarının her iki yanındaki maksiller sinüslerin iltihaplanmasına "maksiller sinüzit" denir.

Sinüzit genellikle üst solunum yolları enfeksiyonlarını takiben ortaya çıkar. Özellikle nezle sırasında burnun içini kaplayan mukoza hücrelerinin şişmesi sonucunda sinüs kanalları tıkanır. Bu ince kanalların tıkanması neticesinde sinüs içerisindeki salgılar burun boşluğuna akmayıp içeride birikir. Kapalı ortamda biriken bu salgıların içerisinde bir süre sonra bakteri üremeye başlar ve bu da sinüzite yol açar. Ek olarak, burunda bulunan polipler, geniz eti, kemik eğriliği (septum deviasyonu) veya alerjik bünye de sinüslerin tıkanmasına ve sinüzite sebep olabilir.



Uzun süren nezlenin arkasından başlayan sinüzit, sanıldığının aksine her zaman baş ağrısı yapmayabilir. Sinüzitin en önemli belirtileri burun tıkanıklığı, koyu kıvamlı sarı-yeşil renkte burun akıntısıdır. Sinüzit ağrısı genellikle alın bölgesinde ve burnun her iki yanında görülür. Öksürük, halsizlik, ağız kokusu, ses tonunda değişiklik ve ateş bu şikâyetlere eşlik edebilir. Bunlara, kafada şişlik, çift görme gibi şikâyetler eklenirse apse oluşumundan şüphelenilir ve bunun hemen tedavisi gerekir.

Sinüzitten korunmanın en önemli yolu, gripten ve nezleden korunmaktır. Kış aylarında mümkün olduğunca kalabalık ve havasız ortamlardan uzak durmak, hasta kişilerin yanına yaklaşmamak, sağlıklı beslenmek ve istirahat oldukça önemlidir. Sinüzit tedavisindeki temel hedef, sinüs içerisinde biriken sıvının boşalmasını sağlamaktır. Bunun için burnun, özel hazırlanmış tuzlu suyla (serum fizyolojik) yıkanması ve mukoza hücrelerindeki şişliği azaltan burun damlaları kullanılması gerekir. Sinüslerin içerisinde üreyen bakterileri öldürmek için de on günlük antibiyotik tedavisine başlanır. Müzminleşmiş sinüzitte, eğer ilaç tedavisi fayda vermiyorsa cerrahi müdahale gündeme gelebilir. Ancak hangi durumda ameliyatın yararlı olacağının belirlenmesi için altta yatan nedenin net olarak belirlenmesi gerekir.

Kaynaklar:
Wetmore, R. F., "Tonsils and adenoids," *Nelson Textbook of Pediatrics*'in içinde, yay. haz. R. M. Kliegman ve diğerleri, 18. baskı, Philadelphia, Pa: Saunders Elsevie, 2007. 380. Bölüm.
Chang, A. B., Chang, C. C., O'Grady, K. ve P. J. Torzillo, "Lower respiratory tract infections," *Pediatr Clin. North Am.* 56: 6 (Aralık 2009):1303-21.
Nseir, S., Ader, F. ve C. H. Marquette, "Nosocomial tracheobronchitis", *Curr. Opin. Infect Dis.* 22: 2 (Nisan 2009):148-53.
McChlery, S., Ramage, G. ve J. Bagg, "Respiratory tract infections and pneumonia," *Periodontol 2000* 49 (Şubat 2009):151-65.
Thornton, M. A. ve C. Brown, "Up front about frontal headaches and sinusitis," *Ir. Med J.* 102: 4 (Nisan 2009):120-2.

Aylı Geceler

Romantik olanlarımız dışında, çoğu amatör gökbilimci Ay'dan pek hoşlanmaz. Çünkü Ay gökyüzünü aydınlatır ve bu durum gökyüzünde görülebilecek gökcismi sayısını önemli ölçüde azaltır. Oysa Ay başlı başına bir gözlem konusu olabilir.

Ay, Dünyamızın tek doğal uydusu olmasının yanı sıra bize en yakın gökcismidir. Öyle ki, bize en yakın gezegen olan Venüs'ten bile yaklaşık 100 kez daha yakındır. Pek çok insan, yaşamı boyunca yaptığı yolculuklarla Ay-Dünya arasındaki yaklaşık 380 bin km'lik mesafeyi kat etmiştir.

İster bir dürbün kullanalım istere güçlü bir teleskop, Ay dışında hiçbir gökcisminin yüzey şekillerini ayrıntılı bir biçimde göremeyiz. En güçlü amatör teleskopla gezegenleri bile Ay'ı çıplak gözle gördüğümüz kadar ayrıntılı göremeyiz. Ay'ın tüm gecelerin ortalama yarısında gökyüzünde olduğunu düşünürsek, bu zamanı gözlem yapmadan geçirmek yerine Ay gözlemlerine ayırabiliriz. Üstelik Ay bize her gün farklı bir manzara sunduğundan bu gözlemler hiçbir zaman sıkıcı olmaz.

Dikkat ettiyseniz, Ay bize hep aynı yüzünü gösterir. Yani Ay'ın kendi ekseni çevresindeki dönme süresiyle, Dünya'nın çevresinde dolanma süreleri eşittir.

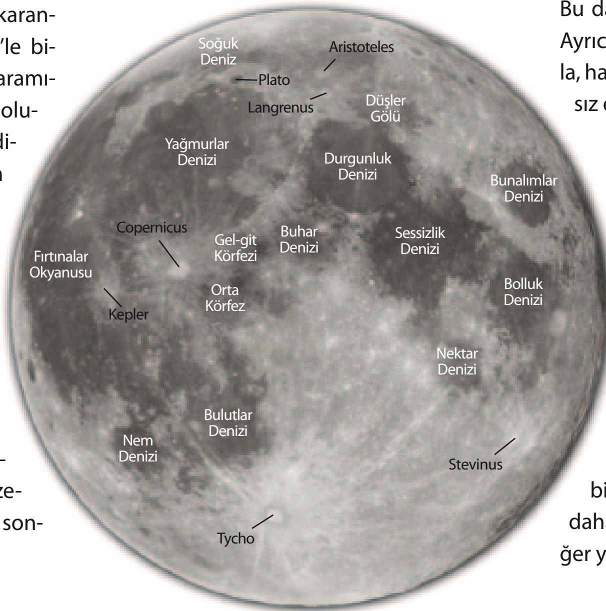
Ay'ın Dünya'nın çevresindeki dolanışı nedeniyle, dönemsel olarak değişik bölgeleri aydınlanır. Belli anlarda Güneş ışınlarının geliş yönüne bağlı olarak Ay'ı farklı hallerde görürüz. Yeniay halindeyken Ay'ın bize bakan yüzü Güneş'ten hiç ışık almaz. Ama Dünya'dan yansıyan güneş ışığı sayesinde, biraz olsun karanlık yüzeyi seçebiliriz. Bu sırada, Güneş'le bizim aramızdadır ve ara sıra tam olarak aramıza girdiğinde Güneş tutulması olur. Dolunay, Dünya Ay'la Güneş'in arasına girdiği zaman gerçekleşir. Dolunayda, Ay'ın bize bakan yüzü tümüyle aydınlanır. Dünya'nın gölgesinin Ay'ın üzerine düşmesiyle gerçekleşen Ay tutulması da bu evrede olabilir. Bu iki evrenin arasında, Ay'ın bize bakan yüzü değişik miktarlarda aydınlanır ve öteki haller ortaya çıkar. Yeniayla dolunay arasında, Ay'ın görünür yüzeyinin tam yarısının aydınlandığı hale ilkdördün, dolunayla yeniay arasında Ay'ın görünür yüzeyinin diğer yarısının aydınlandığı hale sondördün denir.

Ay'ın Dünya çevresindeki bir dönüşünü tamamlama süresi 27,3 gündür. Ancak, bizim gözlediğimiz süre daha uzundur. Çünkü, aynı zamanda, Dünya da Güneş'in çevresinde dönmektedir. Güneş'in görünür konumu değiştiğinden, Ay ancak 29,5 gün sonra yeniden aynı halde olur.

Ay yüzeyinin açık ve koyu tonlu bölgelerden oluştuğunu herkes bilir. Pek ilgisi olmasa da koyu tonlu bölgelelere "deniz" adı veriliyr. Açık tonlu görünen bölgelerse kraterler ve dağlardır. Denizler krater ve dağlara göre daha az engebeli yüzeylerdir ve bize bakan yüzün yaklaşık üçte ikisini oluştururlar. Eskiden, bu bölgelerin gerçekten deniz (en azından eski deniz yatakları) oldukları düşünülüyordu. Bugün biliyoruz ki Ay yüzeyindeki deniz olarak adlandırıan bölgeler milyarlarca yıl önce akan lavların oluşturdukları, görece düz bölgelerdir.

Denizlere verilen adlar oldukça ilginçtir. Bunlardan bazıları: Mare Tranquilitatis (Sessizlik Denizi), Mare Crisium (Bunalımlar Denizi), Lacus Somniorum (Hayalperestler Gölü).

Kraterler, Ay'ın en belirgin yüzey şekilleri olarak kabul edilebilir. En azından 300 bin kraterin çapı bir kilometreden büyüktür. Kraterler, göktaşlarının çarpması sonucu oluşmuştur. Birçoğunun merkezinde çarpışmanın etkisiyle meydana gelmiş tepeler bulunur. Ayrıca, kraterleri çevreleyen duvarların içi çarpışmada fışkırarak daha sonra çöken toprak ve taş parçalarıyla yeniden bir miktar doldığundan genellikle düzdür. Çok şiddetli çarpışmaların sonucu oluşan bazı kraterlerin çevresinde, fışkıran toprak ve taş parçaları, ışınlar oluşturacak biçimde yüzeye düşmüştür.



Çevresinde ışınlar bulunan kraterlerin en genç kraterler olduklarını söyleyebiliriz. Çünkü zamanla, öteki kraterler oluştukça bu izler silinir. Ay'dan getirilen kaya örneklerinin üzerinde çok sayıda mikroskobik krater olduğu gözlenmiştir. Bunlar, atmosferi olmayan uyduya çarpan çok küçük göktaşlarının ürünüdür. Ay toprağı bu mikroskobik kraterler nedeniyle koyu tonlu bir görünüme sahiptir. Özellikle eski yüzeyler koyu tonluyken görece yeni oluşmuş kraterler daha açık renkli görünür.

Kraterlere verilen adlarsa, genellikle geçmişte yaşamış ünlü kişilere, özellikle de eski bilim insanlarına aittir. Tycho, Kepler, Copernicus, kraterlere verilmiş adlara belirgin örneklerdir.

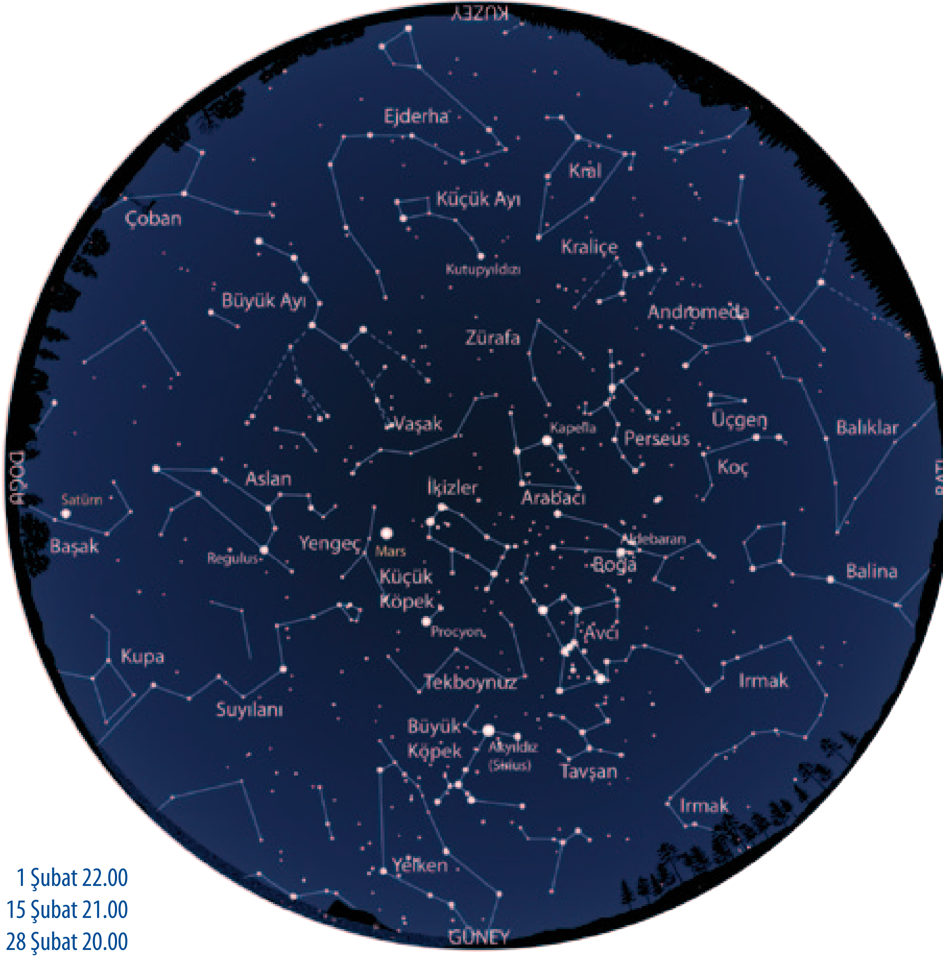
Kraterleri yaş sırasına dizmek, kısmen de olsa olanaklıdır. Eğer bir krater başka bir kraterin duvarını bölüyorsa, bu kraterin daha genç olduğu söylenebilir. Bu bir dürbünle bile yapılabilecek bir gözlemdir.

Ay Güneş ışığının ortalama yüzde yedisini yansıtır. Bu, yeni dökülmüş bir asfaltın Güneş altındaki parlaklığından daha fazla değildir. Buna karşın, gökyüzünü öylesine aydınlatır ki, Ay'lı geceler, onu gözlemek istemeyen gökbilimciler için çok verimsiz olur.

Güneş ışınlarının Ay'ın değişik bölgeleri üzerinde yarattığı etkiyi izlemek son derece ilginçtir. Kraterler en iyi geceyle gündüzü ayıran sınıra geldiklerinde gözlenirler. Güneş ışınları, bu sırada kratere eğik olarak düşer ve kraterin bir kısmı gölgelenerek hoş bir görüntü oluşturur. Geceyle gündüzü ayıran bu sınır sürekli değiştiği için, her gün değişik bir manzarayla karşılaşırız. Dolunaydaysa ışınlar yüzeye dik gelir ve bu nedenle gölgeler yok olur. Bu da çoğu yüzey şeklini seçmeyi güçleştirir. Ayrıca, dolunay o kadar parlaktır ki teleskopla, hatta bir dürbünle bakıldığında gözü rahatsız eder.

Ay gözlemlerine önce onun evrelerini inceleyerek başlayabilirsiniz. Ay, her gün biraz daha geç doğar. Bu ortalama 50 dakikalık gecikme, onun bize bakan yüzünün farklı miktarlarda ışık almasını sağlar. Eğer dikkat ettiyseniz, Ay'ın belli dönemlerde gündüzleri de gökyüzünde olduğunu görmüşsünüzdür. Yani Ay'ı gündüzleri de gözlemek mümkün. Ardından denizleri ve kraterleri ayırt etmekle gözlemlerinizi sürdürebilirsiniz. Koyu görünen bölgeler denizler, daha parlak olan bölgelerse kraterler ve diğer yeni oluşumlardır.

alp.akoglu@tubitak.gov.tr



1 Şubat 22.00
15 Şubat 21.00
28 Şubat 20.00

03 Şubat
Satürn, Ay'ın 8° kuzeyinde (geceyarısı)
12 Şubat
Merkür, Ay'ın 1° güneyinde (sabah)
21 Şubat
Ay ve Ülker çok yakın görünümde (22.00)
26 Şubat
Mars, Ay'ın 10° kuzeyinde
28 Şubat
Regulus ve Ay yakın görünümde

Şubat'ta Gezegenler ve Ay

Merkür, 27 Ocak'ta en büyük uzanıma ulaştıktan sonra ufkun üzerinde alçalmaya başlamıştı. Bu durum Şubat boyunca devam edecek. Merkür, ayın son haftasına girerken ufkun üzerinde iyice alçalmış olacak ve bundan sonra çıplak gözle seçilmesi çok zor olacak.

Venüs, yükselmeyi sürdürse de ay sonunda bile alacakaranlıktan kurtulmuş olmayacak. Bu nedenle ayın ilk yarısı gözlenmesi zor. Ayın ortasından sonra, gezegeni çıplak gözle görmek mümkün olacak.

Mars, Güneş battığında doğmuş oluyor. Böylece neredeyse tüm gece gökyüzünde kalıyor. Gezegen hâlâ çok parlak olduğundan bu ay boyunca da teleskoplu gözlemciler için çok iyi bir hedef durumunda.

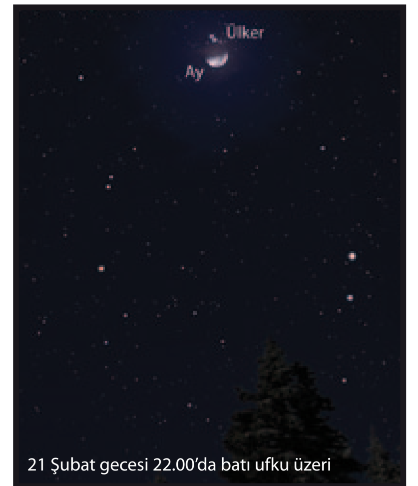
Jüpiter ayın ilk yarısı batı ufku üzerinde Güneş battıktan sonra çok kısa bir süre için



12 Şubat sabahı güneydoğu ufku

görülebilir. Gezegen, 28 Şubat'ta sabah gökyüzüne geçecek.

Satürn, ayın başında 22.00 civarı, ay sonundaysa 20.00 civarı doğmuş oluyor. Satürn bu sırada tam doğu ufku üzerine



21 Şubat gecesi 22.00'da batı ufku üzeri

görülebilir. Gezegen ayın ilk günü yeni doğan Ay'ın sol üstünde görülebilir.

Ay, 5 Şubat'ta sondördün, 13 Şubat'ta yeniay, 21 Şubat'ta ilkdördün, 28 Şubat'ta dolunay hallerinde olacak.

Muammer Abalı



Gel de Sevme

Geçen sayıdaki Matemanya köşemizi okuyanlar hatırlayacaklar; sonsuzla biraz oynadık. Ne kadar eğlenceli olduğunu gördük. Aslında, içine girdiğimizde, matematiğin ne kadar büyülü oyunları olduğunu görürüz. Ama sonsuzun büyüsü gibisi yoktur. Sonsuzun büyüsünü ise George Cantor kadar önümüze seren yoktur. 1845 yılında Rusya'da doğmuş bir Alman olan Cantor, 1918'de, ne yazık ki bir akıl hastanesinde bu dünyadan geçti gitti. Matematik dünyasına kattıklarını, başka bir matematik dehası David Hilbert şu cümle ile ifade etmiş:

"Hiç kimse bizi, Cantor'un bizim için yarattığı cennetten çıkaramaz."

Bu sayımızda, işte bu cennetteki oyuncakların bir kaçına şöyle bir bakalım. Unutmayın, sonsuzla oynayacağız. Aklınıza sahip olmaya özen gösterin!

Gerçel (ya da gerçek) sayılar doğrusunun sıfır, bir aralığını düşünelim. Hem 0 hem de 1 aralığın içinde olsun. Bilmeyen ya da hatırlamayanlar için söyleyeyim, eğer bir sayı aralığının en küçük ve en büyük sayıları aralığın içinde ise bunlara kapalı aralık diyoruz ve [0,1] şeklinde gösteriyoruz. Evet, şimdi [0,1] aralığından (1/3,2/3) açık aralığını (eğer son noktalar aralığa dahil değilse, buna da açık aralık dediğimizi hatırlatmış olayım) kesip atalım:

0______________________________1

ile başlayıp,

0__________1/3   2/3_________1

elde ettik.

Dikkat ederseniz, (1/3,2/3) açık aralık olduğundan, hem 1/3 hem de 2/3 noktaları geride kaldı; atılmadı.

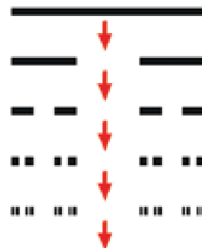
İkinci adımda, hem [0,1/3] aralığının hem de [2/3,1] aralığının orta üçte birlerini kesip atalım: Yani (1/9,2/9) açık aralığını ve (7/9,8/9) açık aralığını kesip atalım. Elimizde [1,1/9], [2/9,1/3], [2/3,7/9], [8/9,1] aralıkları kalsın. Kolaylık olması için aşağıdaki şekilde ifade edersek,

0___   ___1/3   2/3___   ___1

durumu çıktı ortaya.

Bu orta üçte birleri kesip atma işine devam edeceğiz ama önce bir noktaya dikkatinizi çekmek istiyorum: Şekilden de göreceğiniz gibi, kesip atılan parçalar açık aralıklar olduğundan, bazı noktalar hiçbir zaman kesilip atılan kısımlarda kalmayacaktır: 0, 1/9, 2/9, 1/3, 2/3, 7/9, 8/9, 1 sayıları örneğin, şimdiden kaç adım gidersek gidelim, daima geride kalacakları görünüyor.

Birkaç adım daha gittiğimizde şu şekle benzer bir şey elde edeceğimizi hemen göreceksiniz:



Köşelere sayıları yazmadığıma bakmayın. Hayal gücünüzü kullanırsınız nasıl olsa. Oralarda kapalı aralıkların alt ve üst noktalarını gösterir sayılar var. Grafiğe sayıları sığdırmak zor diye yazmadım.

Bu gördüğünüz, Cantor'un bir kurgusu.

Orta üçte birleri kesip atma işine sonsuza kadar devam etsek ne olur? Acaba kesilip atılmış olan parçaların uzunluğu ne kadardır dersiniz?

İlk adımda 1/3 uzunluğu kesip atmıştık hatırlarsanız. İkinci adımda 2 tane 1/9, üçüncü adımda 4 tane 1/27 uzunluğu, dördüncü adımda 8 tane 1/81 uzunluğu atılıyor ve böylece devam ediyor.

Gördüğümüzü yazıyorum şimdi:

1. adım $2^{1-1}=2^0$ tane $(1/3)^1$

2. adım $2^{2-1}=2^1$ tane $(1/3)^2$

3. adım $2^{3-1}=2^2$ tane $(1/3)^3$

....

n. adım 2^{n-1} tane $(1/3)^n$

bu açık aralıkların uzunluklarını n sonsuza giderken toplayacağız:

$$\frac{1}{2}+\frac{2}{9}+\frac{4}{27}+\frac{8}{81}+\ldots=\frac{1}{3}\sum_{n=0}^{\infty}\frac{2^n}{3^n}$$

$$=\frac{1}{2}\left(\frac{1}{1-\frac{2}{3}}\right)$$

$$=\frac{1}{3}\times 3=1$$

Bu toplama işleminin sonucu hakkında şüpheye kapılmayın. Konumuzun dışında olduğu için üzerinde durmayacağım. Bana güvenin, sonuç doğru.

Gördüğünüz doğru. Kesip atılmış uzunlukların toplamı, başlangıçtaki uzunluğun aynısı, yani 1.

Peki, acaba geriye ne kaldı sizce?

Tuhaf ama gerçek: Geriye kalan sayıların sayısı, işe başladığımızdakilerle aynı. Sayılamaz sonsuz sayıda sayı vardı; gene o kadar sayı var.

Bakınca gördüğümüz köşelerde kalan sayılar var öncelikle: 0, 1, 1/9, 2/9, 1/3, 2/3, 7/9, 8/9, 1/27...

Ama bunun dışında sayılar da kalıyor; hiçbir zaman köşeye gelmeyecek sayılar da var. Örneğin ¼ bunlardan birisi.

Geriye kalan kümenin adı Cantor kümesi. Bu kümenin, işe başlarken kullandığımız [0,1] aralığı kadar "kalabalık" bir küme olduğunu söylemekle yetineyim burada. Bunun çok şık bir ispatı var. Kesirli sayıların 2 tabanına göre yazılmasından yararlanılıyor. Ayrıntısıyla sizi üzmeyeyim! Cantorun dehası.

Size başka bir Cantor güzelliği:
Gerçel sayıların sayılamazlığını nasıl
gösterebiliriz acaba?

Sayılabilir olsalardı, onları alt alta yazabilirdik.

Örnek olarak 0 ile 1 aralığındaki sayıları düşünelim gene; sayılabilir oldukları için doğal sayılarla bire bir eşleyebilirdik. Sıralı olmalarına aldırmayalım. Rastgele listeleyelim; yeter ki hepsi listede olsun.

1-0,764598
2-0,200000
3-0,0136789
4-0,29311448
...

Listemiz bu şekilde sonsuza kadar devam etsin ve gerçel sayıları eksiksiz olarak bu listede toplamış olalım. Yani bu listede olmayan herhangi bir gerçel sayı kalmamış olsun. Sayılabilir olmaları bunu gerektirir. Doğal sayılarla da bire bir eşledik gerçel sayıları; yinelemiş olayım.

Ama şimdi şöyle bir sayı düşünelim:

Virgülden sonraki soldan ilk basamakta, ilk sayının soldan ilk basamağının 1 fazlası olsun; yani 7+1=8. Soldan ikinci basamakta, listedeki ikinci sayının soldan ikinci basamağının 1 fazlası olsun; yani 0+1=1. Soldan üçüncü basamakta, listedeki üçüncü sayının soldan üçüncü basamağındaki sayının 1 fazlası olsun; yani 4. Ve böyle devam etsin. Kurguladığımız sayının soldan n. basamağında, listemizdeki n. sayının soldan n. basamağındaki sayının 1 fazlası olsun.

Yukarıdaki küçük listemizi sonsuz bir liste gibi genişletmiş olarak hayal edin ve Y ile göstereceğim yeni sayımızı yazalım:

Y=0,8142... şeklinde olacaktır.

Bu sayının ilk hazırladığımız listede olması mümkün değil.

1 ile eşlediğimiz ilk sayımızdan farklı çünkü ilk basamakları farklı. 2 ile eşlediğimiz ikinci sayıdan farklı çünkü 2. basamakları farklı; üçüncü sayıdan farklı çünkü 3. basamakları farklı. Hayal edin, listemizde doğal sayılarla eşleyerek sıraladığımız rastgele n. sayı Y'den farklı olmak zorundadır, çünkü n. basamakları farklı olacaktır. Öyleyse, Y sayısının listede olması mümkün değil. Alın size bir çelişki.

O halde başlangıçta yazdığımız liste bütün gerçel sayıları içine almış olamaz.

Cantor'un diagonal ispatı adı verilen bu ispat, gerçel sayıların **sayılamaz sonsuz** bir küme olduğunun kanıtıdır.

İşte bu sayılamaz sonsuz olan kümenin eleman sayısı, sayılabilir sonsuz dediğimiz kümenin (doğal sayılar örneğin) elemen sayısından daha büyüktür ve bu kümenin eleman sayısına Aleph 1 deniyor ve

$$\aleph_1$$

işaretiyle gösteriliyor. Akla dikkat:
Sonsuzdun daha büyük bir sonsuz:
Aleph 0'dan büyük aleph 1!

Başka bir güzellik:

Gene sıfır, bir kapalı aralığını düşünün. Hatırlanacağı üzere [0,1] olarak yazıyorduk. Buna birim aralık da denir. Şimdi bu aralığı kendi kendisiyle çarpalım. Elimizde bir birim kare var: [0,1]x[0,1]. Yani gerçel düzlemde eni, boyu 1 olan bir kare. Hatırlarsınız, bu karenin elemanı olan bir nokta (p noktası olsun) p=(x,y) şeklinde gösterilir. Burada x ve y gerçel sayılar.

Sorumuz şu:

Acaba [0,1] aralığının eleman sayısı mı büyüktür yoksa birim karenin eleman sayısı mı?

Cantor, uzun yıllarını verdiği bu probleme şöyle bir yanıt bulmuş:

Birim kareden herhangi bir sayı alalım. Örnek olsun diye p=(0,7324571, 0,6433210) olsun. Cantor bu sayıyı x=0,76342343527110 sayısıyla eşliyor. Dikkat ederseniz bu son sayı p'nin koordinatlarının örülmüş şekli. İlk koordnattan ilk basamak, sonra ikinci koordinatın ilk basamağı, sonra ilk koordinatın ikinci basamağı, sonra ikinci koordinatın ikinci basamağı ve böylece devam ediyor. Yani, birim karedeki her sayı, gerçel eksendeki bir sayıyla bire bir eşlenmiş oluyor.

İlginç değil mi?

Bu sistemle düzlemden 3 boyutlu uzaya, oradan 4 boyutlu uzaya vb. benzer eşleme yapılabilir. Ve buradan anlayabiliriz ki aslında bütün bu kümeler, gerçel sayılarla aynı sonsuz seviyesindedir ve eleman sayıları aleph 1'dir.

Sayılabilir sonsuz aleph 0; sayılamaz sonsuz aleph 1.

Şöyle bir ilişki bile var:
$2^{\aleph_0} = \aleph_1$

Bunun ayrıntısına da girmeyelim izninizle.
Zaten yeterince kafa karıştırdı değil mi!
Yani işte böyle akıl oyunları da var
matematiğin içinde.

Sizce de şiirsel değil mi!
Gel de sevme!

Yeni ders döneminde başarılar dilerim.

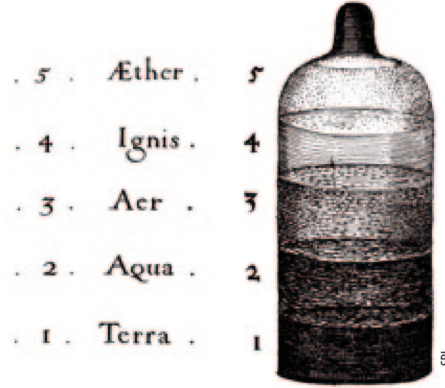
Doç. Dr. Abdurrahman Coşkun

2500 Yıldır İnşaatı Devam Eden Bina

Elementlerin Periyodik Tablosu

Doğanın dili element alfabesiyle yazılıyor. Yunan filozoflarına göre element alfabesinde sadece dört harf bulunuyordu: Hava, su, toprak ve ateş. Doğadaki her nesne bu dört elementten oluşuyordu. Her nesnede bu dört elementin oranları değişiyordu ve bu da o nesneye farklılık kazandırıyordu. Ancak havanın, suyun, toprağın ve ateşin element olmadığı yaklaşık 300 yıldan beri biliniyor. Günümüzde sayıları 100'ü geçen elementlerin bir tabloya yerleştirilmesi, sanılanın aksine sadece Mendeleyev'in değil çok sayıda bilim insanının uzun yıllar süren çalışmalarının ürünü.

Yunan filozof Empedokles'e (MÖ 492-MÖ 430) göre doğa dört temel elemandan (kök eleman) oluşuyordu. Toprak, su, hava ve ateş. Empedokles'ten sonra Aristoteles 4 temel elemana, gökte var olduğunu iddia ettiği eteri de ekledi. Bu görüşün etkisi 2000 yıldan daha uzun sürdü. Empedokles bu dört element için "kökler" veya "kök elemanlar" ifadesini kullanıyordu. Ancak atomistler olarak da bilinen Leukippos ve Demokritos'un maddenin temel yapısı konusunda ortaya attığı görüşler, kelimenin tam anlamıyla dehalarını yansıtıyordu. Leukippos ve öğrencisi Demokritos (MÖ 500?-MÖ 404) maddenin bölünerek küçük parçacıklara ayrılması ve bu parçacıkların da giderek daha küçük parçacıklara ayrılması durumunda belli bir parçacık büyüklüğüne varıldığında artık bölünemeyeceğini düşünüyorlardı. Kendisinden daha küçük parçacıklara bölünemeyen bu temel parçacığa "bölünemez" anlamına gelen atom adını verdiler. Bununla da yetinmeyen dâhi filozoflar bir adım daha ileri giderek bir parçacığın yeni bir düzenlemeyle başka bir parçacığa dönüşebileceği fikrini de ortaya attılar. Leukippos-Demokritos'un kuramına göre atomlar katı maddelerdi, sonsuz şekilde ve sayıdaydılar. Hepsi değilse bile büyük çoğunluğu görülmeyecek kadar küçüktü. Daha sonra Epikuros (MÖ 341-MÖ 270) atomların tümünün görülmeyecek kadar küçük olduğunu ileri sürdü. Bu, ölçüme dayanmayan ve zekice düşünülmüş, ancak 2300 yıl sonra varılabilecek bilimsel bir sonucun düşünsel bir örneğidir. Her ne kadar bu görüş o zaman geniş kabul görmediyse de varlığını ve etkisini az da olsa sürdürmeyi başardı. Buna karşılık dört temel element görüşü daha yaygın kabul görüyordu.



Beş temel element. İngiliz Robert Fludd (1574-1637) tarafından çizilen bu diyagramda beş temel element, yerden göğe doğru toprak (Terra), su (Aqua), hava (Aer), ateş (Ignis) ve eter (Aether) şeklinde sıralanıyor.

Hindistan'da ve Çin'de de elementlerin sayıları ve niteliği konusunda benzer görüşler ortaya atılmıştı. Dört veya beş temel element vardı. Örneğin Çinliler toprak, ateş, su, metal ve ağaçtan (odun) oluşan beş temel element olduğuna inanıyorlardı. Hangi kültürden olursa olsun antik çağda yaşayan insanlar, doğayı oluşturan temel unsurların sayısının bir elin parmaklarını geçmediğini düşünüyordu.

Orta çağda Yunan filozofların elementler ve atom konusundaki düşünceleri karanlık bir döneme girdi. Bir çeşit bilim, sanat ve büyü karışımı olan simya, ortaçağda elementler konusundaki çalışmaların rayından çıkarak sonu olmayan bir yola girmesine neden olmuştu. Bu dönemde kimyacılardan çok simyacılar iş başındaydı. Ancak yine de az sayıda bilim insanı sağduyulu davranıp kimya bilimine önemli katkılarda bulundu. Örneğin el-Razi (Ebubekir Muhammed ibn Zekeriya el-Razi, 865-925) simyanın mistik tarafını reddederek, daha çok simyacıların deneylerle elde ettikleri sonuçları dikkate alıyordu. Yazdığı eserlerle kimya, farmakoloji ve mineralojiye çok değerli katkılarda bulundu. Bilimin diğer alanlarına değerli katkılar yapmış olan çok sayıda bilim insanı da simya ile ilgilenmekten kendilerini alamamıştı. Hatta dünyanın gelmiş geçmiş en büyük bilim insanı olarak kabul edilen Isaac Newton da simya çalışmalarına epey vakit harcamıştı.

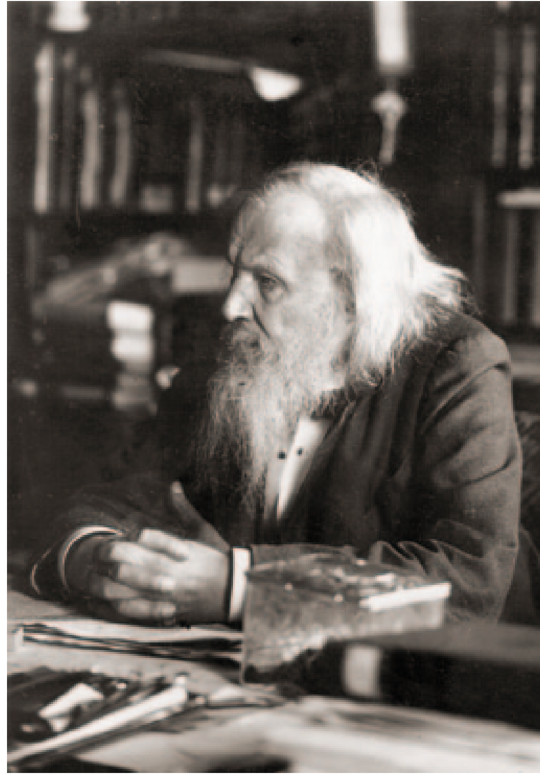
Elementler konusunda farklı düşünen ilk bilim insanı, gazlar konusundaki çalışmaları ile tanınan Robert Boyle'dur (1627-1691). O zamana kadar yapılmış tanımlardan farklı olarak elementin temel özelliğini şöyle tanımlamıştır: Başka elementlerle bir araya gelerek bileşik oluşturan, daha basit başka bir maddeye indirgenemeyen temel yapı. Boyle'u takiben ilk ciddi çalışmaları Antonie Lavoisier gerçekleştirdi. O zamana kadar temel element olarak kabul edilen havanın, oksijen ve azotunu ayırmayı başardı. Henry Cavendish de (1731-1810) suyun hidrojen ve oksijenden oluştuğunu ortaya koydu. Bu çalışmalarla Yunan filozofların ileri sürdüğü temel elementlerin hiçbirinin element olmadığı artık anlaşılıyordu.

1800'lü yıllarda İngiliz kimyacı John Dalton Demokritos'un atom düşüncesini modern bilgiler ışığında yeniden yorumladı. Dalton'a göre farklı elementler farklı atomlardan oluşuyordu, atomların farklı olmalarını sağlayan da ağırlıklarıydı. Kuşkusuz 1800'lü yılların olanakları ile atom gibi çok küçük yapıların ağırlıklarını ölçmek mümkün değildi. Ancak bu teknik olanaksızlıklar bilim insanlarını yıldırmadı ve 1828 yılında İsveçli Kimyacı Jöns Jacob Berzelius (1779-1848) atom ağırlıklarını gösteren iki farklı liste yayımladı. Bu listeler elementlerin ağırlıklarını göreceli olarak gösteriyordu. Birinci liste hidrojenin ağırlığı 1, ikinci liste ise oksijenin ağırlığı 100 kabul edilerek hazırlanmıştı. Diğer elementler de bunlara göre sıralanıyordu. Dâhice bir çalışma örneği idi.

coskun2002@gmail.com

1828 yılında Berzelius'un, 1862 yılında da İtalyan kimyacı Stanislao Canizarro'nun (1826 –1910) atom ağırlıkları kavramını inandırıcı bir şekilde ortaya koymalarıyla tünelin sonundaki ışık da görünmeye başladı. Elementleri atom ağırlıklarına göre düzenlemek mümkün olabilirdi. Bu düşünceden hareketle Fransız jeolog Alexande Emile Beguyer de Chancourtois (1820-1886) ve İngiliz kimyacı John Alexander Reina Newlands (1837-1898) birbirlerinden bağımsız olarak elementlerin dizilimi hakkında ilk gerçekçi düşünceleri ortaya attılar. Onlara göre, elementleri artan atom ağırlıklarına göre sıralamak ve benzer özelikleri olan elementleri de alt alta gelecek şekilde yerleştirmek mümkün olabilirdi. Newlands hangi elementlerin alt alta gelebileceğini de belirtiyordu. Bu amaçla "oktavlar yasasını" öneriyordu. Çünkü elementleri atom ağırlıklarına göre sıralarken, her 8. elementin 1. elemente benzediğini fark etmişti.

1869 yılında Rus kimyacı Dimitri İvanoviç Mendeleyev (1834-1907) Chancourtois ve Newlands'in görüşleri doğrultusunda periyodik tabloyu yeniden düzenledi. Mendeleyev elementleri atom ağırlıklarına göre sıraladı, ancak atom ağırlığı dışındaki özellikleri de ön planda tuttu. Hazırladığı tabloda istenen özellikleri taşıyan bir elementin bulunmaması durumunda ilgili kutucuğu boş bıraktı. Bu boş kutucuklar geleceğin bilim insanlarına, var olan ancak henüz keşfedilmeyen elementlerin özelliklerini de önceden bildiriyordu. Mendeleyev bulunması gereken üç elementin özelliklerini ortaya koymuş ve kendisi hayatta iken bu üç element (galyum, skandinavyum ve germanyum) keşfedilerek Mendeleyev'in öngörüsü doğrulanmıştı. Tüm bunlara rağmen elementlerin bulunduğu kutucukların değişmez olduğu henüz tam doğrulanamamıştı. Bazı bilim insanları, Mendeleyev'in hazırladığı periyodik tablonun âdeta bir kum yığını üzerine inşa edildiğini iddia



Dimitri İvanoviç Mendeleyev

Wikipedia

ediyordu. Pek de haksız sayılmazlardı. Çünkü keşfedilecek farklı bir özelliğin, ilgili elementi yerinden etmeyeceğinin garantisi yoktu. Durum belirsizliğini korurken dolaylı bir yöntem devreye girdi: X ışınları. Ernest Rutherford'un öğrencisi olan İngiliz fizikçi Henry Gwyn Jeffreys Moseley (1887-1915) çeşitli elementlerin yayımladığı X ışınlarının dalga boyları ile atom numaraları arasında ilişki olduğunu ortaya koydu. Vardığı sonuç olağanüstüydü. Artık atom ağırlığı yerine atom numarası ön plana çıkıyordu. Periyodik tabloda yukarı ve aşağı inildikçe elementlerin yayımladığı X ışınlarının dalga boyları da belli bir düzen içinde küçülüp büyüyordu. Bu keşif sayesinde periyodik tablodaki yanlışlar da düzeltilebiliyordu. Örneğin yan yana bulunan iki elementin saçtığı X ışınlarının dalga boyları birbirlerinden iki kat farklıysa demek ki bu iki elementin yan yana olmaması, arada başka bir elementin olması gerekiyordu. X ışınlarının dalga boyları kullanılarak, bilinen elementlerin periyodik tablodaki yerleri belirlendi. Her birinin bulunduğu odaya artık kesin numaralar verilebilirdi. Öyle de yapıldı. Arada boşluklar bulunmakla birlikte, elementlere atom numaralarına göre 1'den (hidrojen) 92'ye (uranyum) kadar oda numarası verildi. Aradaki boşlukları doldurması gereken elementlerin özellikleri de artık daha net biliniyordu. Yapılması gereken tek şey istenen özellikleri taşıyan elementlerin keşfedilmesiydi. Moseley'in bulduğu yöntem olağanüstüydü ve elementlerin periyodik cetveldeki tapularını vermişti.

Moseley, bulduğu yöntemin ne denli doğru işlediğini ve periyodik cetveldeki boşlukları doldurmaya nasıl yardımcı olduğunu ne yazık ki tam olarak göremedi. Tüm dünyada milyonlarca insanın yaşamına mal olan bir savaşta cepheye gönderildi. 1915 yılında henüz 28 yaşın-



Mendeleyev'in
not defterinden bir sayfa.
Periyodik tablonun
ilk taslağı.

ОПЫТЪ СИСТЕМЫ ЭЛЕМЕНТОВЪ.

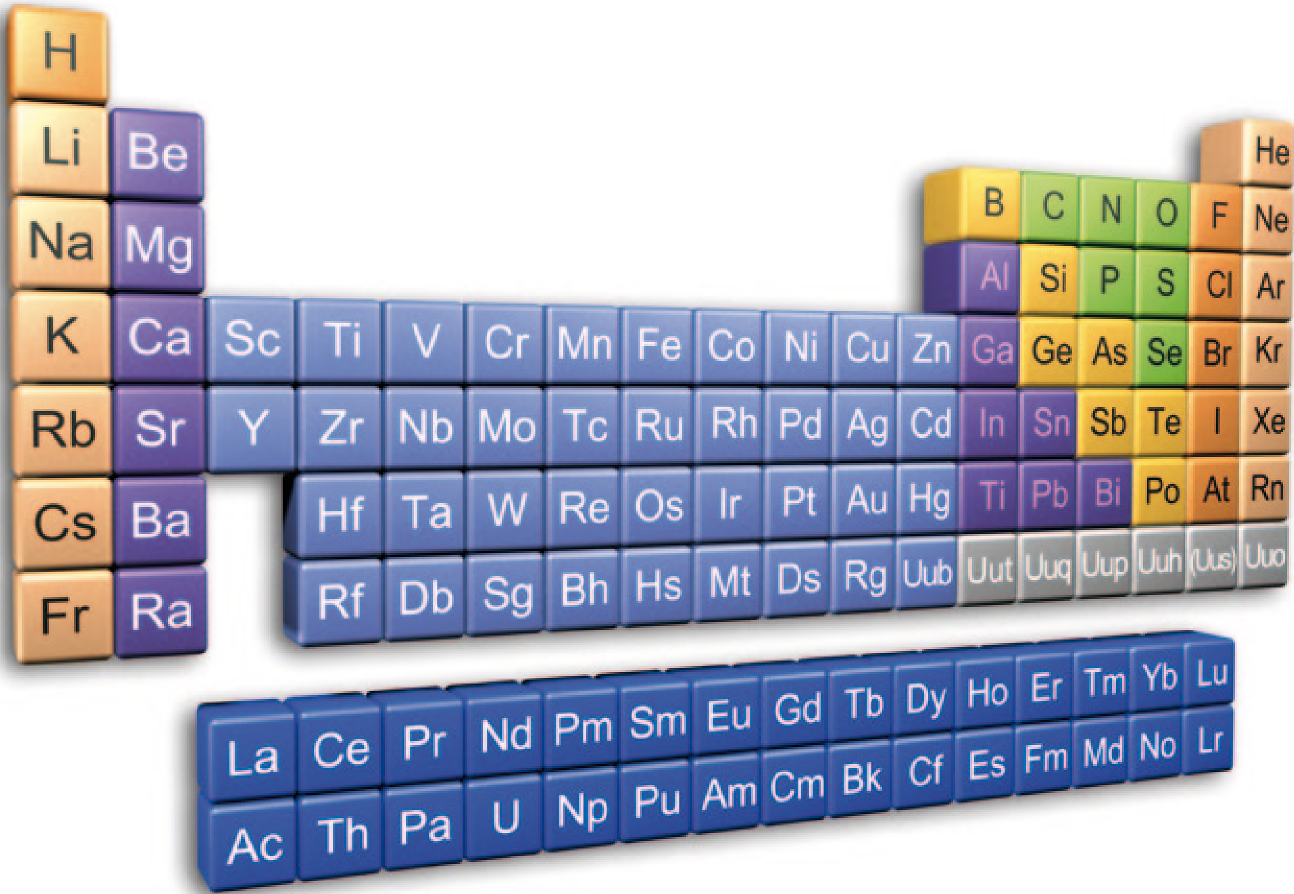
ОСНОВАННОЙ НА ИХЪ АТОМНОМЪ ВѢСѢ И ХИМИЧЕСКОМЪ СХОДСТВѢ.

			Ti = 50	Zr = 90	? = 180.
			V = 51	Nb = 94	Ta = 182.
			Cr = 52	Mo = 96	W = 186.
			Mn = 55	Rh = 104,4	Pt = 197,1.
			Fe = 56	Rn = 104,4	Ir = 198.
			Ni = Co = 59	Pl = 106,6	Os = 199.
H = 1			Cu = 63,4	Ag = 108	Hg = 200.
	Be = 9,4	Mg = 24	Zn = 65,2	Cd = 112	
	B = 11	Al = 27,4	? = 68	Ur = 116	Au = 197?
	C = 12	Si = 28	? = 70	Sn = 118	
	N = 14	P = 31	As = 75	Sb = 122	Bi = 210?
	O = 16	S = 32	Se = 79,4	Te = 128?	
	F = 19	Cl = 35,5	Br = 80	I = 127	
Li = 7	Na = 23	K = 39	Rb = 85,4	Cs = 133	Tl = 204.
		Ca = 40	Sr = 87,6	Ba = 137	Pb = 207.
		? = 45	Ce = 92		
		?Er = 56	La = 94		
		?Yt = 60	Di = 95		
		?In = 75,6	Th = 118?		

Д. Менделѣевъ

Wikipedia

Mendelyev'in hazırladığı ilk periyodik tablo.
Bilinmeyen elementlerin yerleri boş bırakılmış.



SPL

Elementlerin periyodik tablosu

da iken Gelibolu'da öldürüldü. Nobel komitesi 1924 yılında fizik ödülünü elementlerin X ışını özellikleri ile ilgili çalışmalara vermeyi kararlaştırdı. Ancak ödülü asıl hak eden Moseley ne yazık ki hayatta değildi. Nobel'in vasiyetine göre ödül sadece yaşayan bilim insanlarına veriliyordu. Komite ödülü Moseley'in ölümünden sonra onun çalışmalarını devam ettiren İsveçli fizikçi Karl Manne George Siegbahn'a verdi.

Birkaç element dışında doğal olarak bulunan tüm elementler keşfedilmiş ve periyodik tablodaki odalarına yerleştirilmişlerdi. Ancak bu başarı hiç kolay olmamıştı. Her bir elementin öyküsü uzun, keyifli ve bazen de trajikti. Örneğin serbest florun elde edilmesi. Bu asi element Belçikalı P. Louyet'nin ve Fransız Jerome Nickels'ın ölümüne, çok sayıda değerli bilim insanının da ciddi olarak yaralanmasına neden olmuştu. Tüm bunlara rağmen bilim insanları pes etmediler ve sonunda Fransız Henry Maisson florü izole etmeyi başardı ve 1906 yılında Nobel Kimya Ödülü ile onurlandırıldı.

Cetvelde 43, 61, 85 ve 87 numaralı odaların sakinleri henüz ortada yoktu. Bilim insanları bunları bulmak için epey uğraşmak zorunda kaldı. Radyoaktif olan bu elementlerin uzun uğraşlar sonuncu bulunmasıyla 1'den 92'ye kadar tüm elementler çizelgede yerlerini aldı. Ancak çizelgeye nokta koymanın henüz zamanı değildi. Serüvenin ikinci perdesi yeni açılıyordu. Uranyumun son element olmadığı anlaşıldı ve uranyum ötesi elementler çizelgeye eklenmeye başlandı.

Şimdilik periyodik çizelgedeki son oda numarası 118 ve bu odanın sakini Ununoktiyum (Uuo). Uranyum ötesi 26. element. Hava, su, toprak ve ateşle başlayan serüven Ununoktiyum (Uuo) ile devam ediyor.

Ununoktiyum ile periyodik cetvel acaba tamamlandı mı? Kuşkusuz hayır. Ne zaman tamamlanacağı konusunda da fikrimiz yok. Elementlerin atom numarası arttıkça onları elde etmek çok zor, bir o kadar da kısa ömürlüler. Peki tablonun bir sınırı var mı? Elbette… Çünkü çekirdeğe en yakın elektron kabuğu her zaman merkeze aynı uzaklıkta değil. Çekirdek yükünün artmasıyla kabuğun yarıçapı azalır ve öyle bir noktaya gelinir ki elektronlar çekirdeğe düşer. Bu durumda elektron ve proton birleşip nötrona dönüşür ve çekirdeğin atom numarası 1 azalır. Şimdiki hesaplamalar, çekirdeğin yükü 150 veya daha fazla ise elektronun çekirdeğe düşeceği yönünde. Böyle kabul edersek daha keşfedilmeyi bekleyen düzinelerce element duruyor. Yeni elementleri hep birlikte görmek dileğiyle.

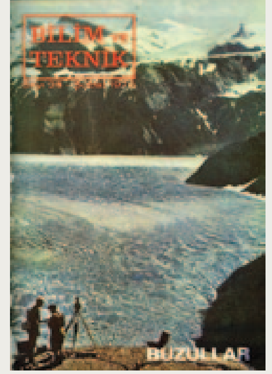
Kaynaklar
Ronan, C. A., "Bilim Tarihi, Dünya Kültürlerinde Bilimin Tarihi ve Gelişimi", TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2005.
Vlasov, L., Trifonov D., "107 Kimya Öyküsü", TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 1998.
Bolles, E. B., "Galileo'nun Buyruğu, Bilim Yazılarından Bir Derleme", TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2000.

Bilim ve Teknik'le Kırk Yıl

Alp Akoğlu

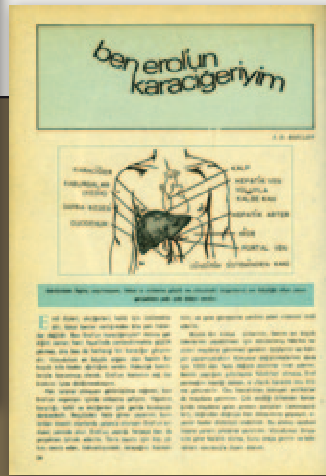
Şubat 1970

Bilim ve Teknik dergisi bundan 40 yıl önce Buzullar konusunu kapağa taşımış. Bunun dışında dergide yer alan bazı başlıklar şöyle: Ulaştırmada Devrim, Düşüncenin Yankıları, Yeni Zaman Makinası, Ben Erol'un Karaciğeriyim, Uçan Denizaltı, DNA - Hayat Denen Bu Sır, Hipocrates. Bu sayımızda, dergide dokuz sayfa yer ayrılan "Ulaştırmada Devrim" yazısına ve "Ben Erol'un Karaciğeriyim" dizi yazısına değiniyoruz.





ULAŞTIRMADA devrim



ben erol'un karaciğeriyim

Ulaştırmada Devrim

Uçan Otomobiller, UÇan Otobüsler ve Evler, Otomobillerdeki Elektronik Beyin, Elektrikli Otolar, Yeraltı YolLarı, Yeraltı Treni, Havadaki Trafik Sıkışıklığı, Helikopterler, 1000 Yolcu Taşıyabilen Uçaklar, Issız Otomatik Gemiler... Bu yazıda geçen ara başlıklardan bir bölümü...

Yazıdan derlediğimiz bazı bölümlerse şöyle:

"Siz sabah gazetelerine göz gezdirirken elektrikli otonuz otomat yol üzerinde şehre doğru saatte 150 km hızla ilerliyor. Arabanızı şehrin kenarındaki, caddesiz bir şehri andıran otoparka bırakıp yakında bekleyen, plastikten, küçük insan kapsüllerinden birine biniyorsunuz. İçeride gideceğiniz yeri düğmelere basarak ayarlıyor ve arkanıza dayanarak gazetenizi okumaya devam ediyorsunuz. Saatte 140 km hızla uzaktaki merkezi elektronik beynin yönettiği kapsülünüz yeraltı tünellerinden, şehrin üzerinde asılı borular içinden en kısa ve seri şekilde, sessiz ve sakin sizi gideceğiniz yere ulaştırıyor. Çok uzak bir ihtimal mi? Hiç de değil. Bu inanılmaz ulaşım sistemini her yönü ile geliştirmek günümüz bilim adamlarının yapamayacağı bir şey değildir."

"Ulaşında devrim gerekli midir? Değil midir? Bu sorunun yanıtını yarın saatte 160 km hızla gidebilen arabanızda insanı sinirlendiren, saçını başını yolduran şehir trafiği içinde 20 kilometreyle giderken kendinize sorunuz."

Ben Erol'un Karaciğeriyim

Erol 47 yaşında, hayatta başarılı, mutlu bir evlilik yapmış bir karakter. Bilim ve Teknik dergisinde başlatılan ilginç bir yazı dizisinde Erol'un organları dile gelerek vücuttaki işlevlerini biraz da espirili bir dille anlatıyor. Bu yazı dizisi Aralık 1969'da başlatılmış ve birkaç ayda bir yayımlanmış.

Bu sayıdaki yazıdan bazı bölümler şöyle:

"Erol dişleri, akciğerleri, kalbi için üzülmektedir; fakat benim varlığımdan bile pek haberdar değildir. Ben Erol'un karaciğeriyim. Aklına geldiğim zaman beni hayalinde canlandırmakta pek zorluk çekmez, zira ben de herhangi bir karaciğer gibiyimdir. Vücudun en büyük organı olan benim bir buçuk kilo kadar ağırlığım vardır. Kaburga kemikleriyle korunmuş olarak Erol'un karnının sağ üst kısmını iyice doldurmaktayım.

Pek istisnai olmayan görünüşüme rağman, ben Erol'un organları içinde orkestra şefiyim. Yapımın karşılığı, kalbi ve akciğerleri çok geride bırakacak derecededir. Beş yüzden fazla görev yaparım, bunlardan en önemlilerinde yetersiz olursam Erol'un endişesi yerinde olur. Erol'un yaptığı her şeye ben de gerçekten iştirak ederim. Tenis oyunu için kas yakıtı temin eder, kahvaltısındaki tereyağını eritir ve gece görmesine yardım eden vitamini imal ederim."

"Bana sessiz organ derler, fakat bozukluk zamanlarında şikayet yollarım mevcuttur. Erol sebepsiz yorgunluk, iştah kaybı, zayıflık, karnında şişme hissederse beni düşünmeye başlaması hayırlı olur."

"Hoş olmayan bu durumlara dümemesi için Erol ne yapabilir? Ağırlığını kontrol edebilir. Erol yağlanınca, şişmanlayınca, ben de yağlanırım. Vitaminler, bilhassa B vitaminleri yardımcı olabilir. Az alkol, uygun diyet en iyi çaredir. Eğer Erol bana biraz bakım gösterirse, ben onun çalışmasında gerekli bütün işlerde sessiz, mütevazi bir ortak olarak yardımlarıma devam ederim."

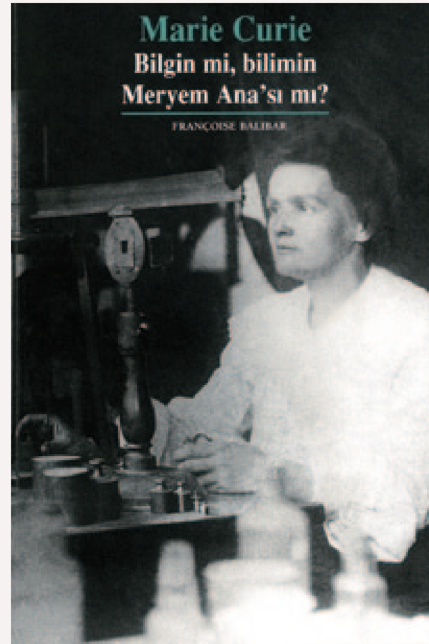
İlay Çelik

Marie Curie

Bilgin mi, bilimin Meryem Anası mı?
Françoise Balibar
Çev. Elif Göktepe
Yapı Kredi Yayınları,
Genel Kültür Dizisi, 2009.

Bilim dünyasının en ünlü ve ilginç kişiliklerinden birisi de Marie Curie, daha yaygın bilinen adıyla Madam Curie'dir. Bilim arenasında öne çıkan ilk kadınlar arasında olması kuşkusuz bunun en önemli sebeplerinden biri. Yapı Kredi Yayınları'nın Genel Kültür Dizisi'nden çıkan yeni bir kitap, Marie Curie'yi bol resimle, zengin alıntılarla ve insan odaklı bir yaklaşımla anlatıyor. *Marie Curie – Bilgin mi, bilimin Meryem Anası mı?* adlı kitap pratik cep boyu, renkli kuşe baskısıyla okuru hemen içine çekiveriyor. Bir belgesel film akıcılığı taşıyan eser, Curie'nin hayatını doğumundan itibaren temelde kronolojik bir sırayla anlatırken, her dönemdeki sosyal, siyasal ve bilimsel atmosfer, Curie'nin özel hayatına ilişkin durum ve olaylar gibi bilgileri de bağlantılar kurarak aktarıyor. Kitabın en hoş özelliklerinden biri Curie'yi sadece bilimsel çalışmaları açısından değil bütün bir insan olarak ele almış olması. Yazar Françoise Balibar, Curie'nin kişisel özelliklerini ve ilişkilerini tasvir ederek bunda oldukça başarılı olmuş, öyle ki kitabı okuduktan sonra insan Curie'yi kişisel olarak da tanıyormuş gibi hissediyorsunuz. Aslında yazarın bu yaklaşımı benimsemesinin belli bir amacı var. Bu amaç kitabın "Efsane" başlıklı dördüncü bölümünde belirginleşiyor. Balibar aslında Marie Curie'nin genellikle ciddi ve duygusuz bir bilim insanı olarak yansıtılmasına ve daha genel olarak da bilimin ciddi ve ağırbaşlı imajına karşı bir duruş sergiliyor. "Bütün dünyada çocuklara, bilimin Meryem Ana'sı Marie Curie'nin allanıp pullanmış efsanesi anlatılır, okulun özgürleştirmekle yükümlü olduğu kızlara Curie (ulaşılmaz) bir model gibi sunulur. Peki genç kızların böyle bir imgeyle özdeşleşebileceğine gerçekten inanılıyor mu? Efsane, Marie Curie'yi 30 yaşındaki haliyle, radyoaktiviteyi keşfettiği haliyle neden sergilemiyor?", "Neden bilim, başkalarının dediklerine aldırmadan yoluna devam eden, erkekler dünyasında kendini ortaya koymayı bilen, beğenilmekten hoşlanan, mutlu, alımlı, uyanık ve kararlı bir genç kadın olarak temsil edilmiyor?"

Kitapta Marie Curie'nin bir kısmını 1906'da ölen eşiyle yürütmüş olduğu bilimsel çalışmalar, dönemin bunlarla ilintili başka bilimsel gelişmeleri ve tüm bu çalışmaların sosyal ve siyasi etkileri başarılı bir şekilde özetlenmiş. Curie'nin radyoaktivitenin keşfi ve daha sonra da bunun tıbbi uygulamalarıyla ilgili ömrü boyunca yaptığı özverili çalışmaların yanı sıra bir bilim insanı, bir yönetici ve bir eğitmen olarak üstün özellikleri de yansıtılmış. Ayrıca son kısımda aktarılan tanıklıklar ve belgeler de ilginç ayrıntılar içeriyor ve Madam Curie'yi anlamamıza katkıda bulunuyor. Kitabın sonunda bir bibliyografya, ilgili film ve belgesellerin bir listesi, ilgili internet siteleri, Curie Müzesi'yle ilgili kısa bir tanıtım, resim listesi ve dizin var. Ünlü bilim insanı, ama her şeyden önce "insan" Marie Curie'yi zengin bir görsellikle, belgesel tadında, kolayca okumak isteyenlere.





Françoise Balibar

Fizikçi ve filozof olan Françoise Balibar 1941 de doğdu. 1960-1964 yılları arasında Yüksek Öğretmen Okulu'nda eğitim gördü.1964'te "X Işınlarının yayılımı" konusundaki tezini savundu. F. Balibar fiziğin tarihi ve epistemolojisi alanında önemli bir görüş açısı geliştirdi. Einstein uzmanı olan Balibar, Einstein'ın fizikçiliğinin yanı sıra epistemolojik, politik görüşü ve görecelik kuramından tutun da kuantum fiziğine kadar pekçok konuda çalıştı. Çalışmalarını "madde ve kristal" konularına kadar genişletti. Balibar ulusal ve uluslararası pek çok makale yayımladı. Fransa'nın TÜBİTAK'a eşdeğer kurumu CNRS (Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi) sorumlusu olarak, "Einstein'ın Seçme Eserleri"nin 6 ciltlik Fransızca baskısını hazırladı.Çok sayıdaki eserlerinden bazıları şunlar: *La science du cristal* (Kristal Bilimi) (Hachette, 1991), *Galilée, Newton lus par Einstein : Espace et relativité* (Einstein'ın Gözünden Galileo ve Newton:Uzay ve Görelilik) (PUF, 1999), *Qu'est-ce que la matière?* (Madde Nedir?) (le Pommier, 2005), *Einstein* (Thames ve Hudson, 2005), *Marie Curie* (çeviri, Yapı Kredi Yayınları, 2009), *Einstein: Düşünmenin Keyfi* (çeviri, Yapı Kredi Yayınları, 2009).

Biraz Kuantum'dan Zarar Gelmez

Evren Hakkında Kışkırtıcı Bir Kılavuz
Marcus Chown
Çev. Taylan Taftaf
Alfa Yayınları, Popüler Bilim, 2009.

Yukarı doğru akabilecek bir sıvı türü vardır. Bir binanın en üst katında, en alt katına kıyasla daha çok yaşlanırsınız. Tüm insan ırkı, bir küp şekerin sahip olduğu hacme sığdırılabilir. Zamanda yolculuk fizik kurallarına aykırı değildir. Herhangi bir kanala ayarlanmamış televizyondaki karlanmanın yüzde biri, Büyük Patlama'nın neden olduğu elektromanyetik gürültüdür.

Bu önermeler, çevirisi geçen yıl Alfa Yayınları'ndan çıkan "Biraz Kuantum'dan Zarar Gelmez" adlı kitabın önsözünden. Yazar Marcus Chown her birinin doğru olduğunu söylediği bu önermelerle, evreni neden bilimkurguya gerek bırakmayacak kadar şaşırtıcı ve hayranlık verici bulduğunu vurguluyor. Chown'un 20. yüzyılın en önemli iki başarısı olarak nitelediği, atomları ve bileşenlerini resmeden kuantum kuramı ve uzay, zaman ve kütleçekimini resmeden Einstein'ın genel görelilik kuramı aslında kamuoyunun hep merak ettiği konular. Ne var ki bu konuları gerçekten basitleştirerek anlatabilen pek fazla kaynağa rastlanmıyor. Edindiği tecrübeler sonucunda Einstein'ın "Temel bilimsel düşüncelerin çoğu özünde basittir ve dolayısıyla, herkes tarafından kolaylıkla anlaşılabilecek bir dille ifade edilebilir." düşüncesini haklı bulan yazar, bu kitabı yazarken sıradan insanların 21. yüzyıl fiziğinin temel prensiplerini anlamasına yardımcı olmayı amaçlamış.

Gerçekten de Chown son derece sade ve basit bir anlatımla, çok somut ve basit örneklerle 21. yüzyıl fiziğinin temel kuramlarının özünü vermeyi başarıyor. Hem de ciddi ve somurtkan bir ifadeden daima kaçınarak, örneğin "Şizofren Atom", "Telepatik Evren", "Şapkadan Çıkan Tavşan" gibi bölüm başlıklarıyla. Kitabın ilk ana bölümü "Küçük Şeyler" başlığı altında kuantum kuramına, ikinci ana bölümse "Büyük Şeyler" başlığı altında görelilik kuramına ayrılmış.

Biz diyoruz ki modern fiziğe en uzak insanlar arasında olduğunuzu düşünüyor olsanız bile bu kitap size hitap edecek. Yazar da şöyle diyor "Okuyacağınız sayfaların, modern fiziğin temel fikirlerini sarmış olan sisin bir kısmını dağıtmasını ve böylece, ne denli büyüleyici bir Evren'de bulunduğumuzu görerek bunun değerini vermeye başlamanızı temenni ediyorum."

Marcus Chown

1980 yılında Londra Üniversitesi Fizik Bölümü'nden mezun olan ve Pasadena'daki Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde astrofizik dalında yüksek lisans yapan Marcus Chown, astronomi ve fizik konularında yazan bir yazar ve yayımcı. Kaliforniya Teknoloji Enstitüsü'nde astronom olarak da çalışmış olan Chown, şu anda haftalık bilim dergisi *New Scientist* için danışmanlık yapıyor. Dilimize ilk kez çevrilen Chown'un yayımlanmış kitapları arasında *Afterglow of Creation* (1993), *The Magic Furnace* (1999), *The Universe Next Door* (2001), *The Never-Ending Days of Being Dead* (2007) ve çocuklar için yazılmış bir kitap olan *Felicity Frobisher and Three-Headed Aldebaran Dust Devil* (2008) sayılabilir. Marcus Chown, karısı ve iki çocuğu ile Londra'da yaşıyor.

Üreme

Cinsellik, Yaşam ve
Büyümenin Gizemlerini Çözen
17. Yüzyıl Bilim İnsanları
Mathew Cobb
Çev. Bilgi Altınok
Everest Yayınları, 2009.

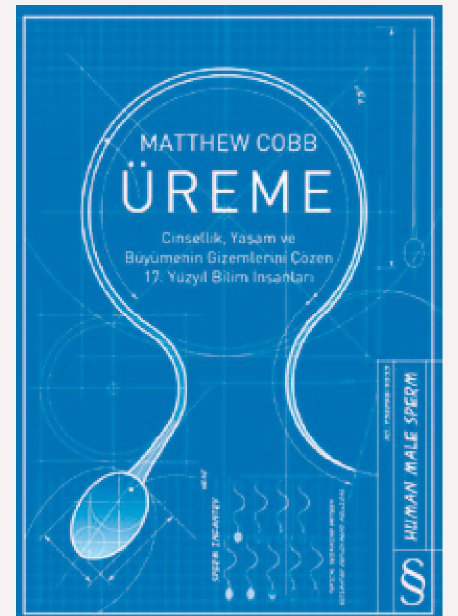
Mathew Cobb

Mathew Cobb Manchester Üniversitesi Yaşam Bilimleri Fakültesi'nde hayvan davranışı üzerine dersler veriyor ve Eğitim ve Öğretim Grubu'na başkanlık yapıyor. Yüksek lisansını psikoloji, doktorasını ise psikoloji ve genetik alanında, meyve sineklerinde çiftleşme davranışı konusunda yapan Cobb, daha sonra hayvanlarda kimyasal iletişim konusunda araştırmalar yaptı. Paris'te görev yaptığı sıralarda kitaplarını çevirdiği çeşitli tarihçilerin teşvikiyle bilim tarihi konusunda çalışmalara başladı. 2008'de Londra Zooloji Derneği'nden Bilim İletişimi ödülü, 2009'da Fransız-Amerikan Derneği'nden ve Florence Gould Derneği'nden Malcolm DeBevoise'la birlikte yaptıkları bir kitap çevirisi için ödül aldı.

Bugün biyolojik yaşamımızla ilgili pek çok süreç hakkında ayrıntılı bilgiye sahibiz, ama üremenin de arasında olduğu bu süreçler bir zamanlar insanlar için bilinmezlerle doluydu. Dünyayla ilgili bildiklerimizi biliyor olmak bize çoğu kez o kadar doğal görünür ki, insanların bir zamanlar bu bilgileri nasıl elde ettiğini düşünmek bir yana bunların bir zamanlar bilinmediğini hayal etmekte bile güçlük çekeriz. Everest Yayınları'nın geçtiğimiz yıl çevirisini yayımladığı *Üreme* adlı kitap tam da böyle bir durumu, insanlığın üremeye dair bilgisinin hiç de tahmin edemeyeceğimiz serüvenini çok etkileyici bir biçimde gözler önüne seriyor.

Yazar Mathew Cobb, sınırlı inceleme yöntemleri ve az sayıdaki doğrudan gözlenebilir sonuçla temel bir olgunun açıklanmasının nasıl dolambaçlı bir yol izleyebileceğini ve bunun da aslında ne kadar ilginç bir öykü oluşturabileceğini gösteriyor. Cobb eserinde 17. yüzyılda üremenin temel yasalarının nasıl açığa çıkarıldığını anlatıyor. Bu sürece dâhil olmuş ya da bir şekilde etkide bulunmuş insanları (bir kısmı bilim insanı), her bir buluşun tahmin edilmesi güç sonuçlarını, dönemin sosyal, dini ve siyasi atmosferinin sürece etkisini bütüncül bir yaklaşımla aktarıyor. Tabii bu arada bu keşif serüveninde yapılan ilginç deneyleri, kimisi bize gülünç gelebilecek varsayımları ve bilimsel olanla olmayanın harmanlandığı kimi durumları da dinliyoruz Cobb'un akıcı ve renkli anlatımından.

Yazarın verdiği en önemli mesajlardan biri, tıpkı sonsuz sayıdaki tesadüflere bağlı olan kendi yaşamlarımız gibi, bilimin ilerleyişinin de düz bir çizgi izlemeyip çok sayıda tesadüfe bağlı olması. "Bilim hiçbir zaman düz bir yol izlemez. Yeni bir gerçeğe doğru doğrudan ilerlemek yerine, kendini geçici olarak beklenmedik çıkmazlarda kapana kısılmış bulduğu dolambaçlı garip yollara girer. Ya başka bir soru görmediği ya da onları soracak başka bir yol bilmediği için, sorulabilecek olan soruların yalnızca bazılarını sorarak kendini farkında olmadan kısıtlar (...) Dahası, bilim tarihi, genelde tarihte olduğu gibi çoğunlukla rastlantıya dayanır. Bu, özellikle de üreme için geçerliydi."



Varoluşumuzla doğrudan ilgili olan üremeye dair bilgimizin gelişiminin şaşırtıcı, bazen güldürücü ve özellikle de (bilimin doğası hakkında) düşündürücü öyküsünden keyif alacağınızı umuyoruz.

Yedi Sayı

Yedi adet pozitif tamsayı incelendiğinde, oluşturabilecekleri tüm sayı ikililerinin toplamlarının farklı olduğu görülüyor.

Bu sayılardan en büyüğünün değeri en az kaç olabilir?

Not
Sayı ikililerine aynı sayıdan oluşan ikililer de dâhildir.

Aynı soru beş pozitif tamsayı için sorulmuş olsaydı yanıt 12 olacaktı (1, 3, 8, 9,12).

Deste Oluştur

40 adet kart 1'den 40'a kadar sırayla numaralandırılmıştır.
Bu kartlar arasından bazıları seçilerek öyle bir deste oluşturulacak ki,

- Destedeki kart sayısı maksimum olacak,
- Hiç bir kart ikilisinin sayı farkları 5 ya da 8 olmayacak.

Koşullara uygun bir deste oluşturulduğunda kartlardaki sayıların toplamlarının 367 olduğu görülüyor.
Destedeki kartları bulunuz.

Bitişik Rakamlar

A ve B iki rakamlı iki farklı sayıdır.
X sayısı ise 1'den 9'a kadar olan bütün rakamların en az bir kez kullanıldığı ve 0 rakamının hiç kullanılmadığı bir sayıdır.

X sayısında yan yana bulunan bütün rakam ikililerinin oluşturduğu iki rakamlı sayılar (örneğin X= "ab...yz" ise "ab", "bc", ..., "vy", "yz" sayıları) ya A sayısına ya da B sayısına tam olarak bölünebilmektedir.

Bu koşula uyan en küçük X sayısı nedir?

Renk Farkları

1'den 9'a kadar olan 9 sayıdan bazılarını rastgele bir biçimde seçerek şekilde görülen 3x3'lük tabloya aşağıdaki kurallara göre yerleştireceksiniz.

Seçtiğiniz sayılardan en büyük olanını A'ya, sonrakini B'ye , sonrakini C'ye… olmak üzere sıralayarak yerleştiriniz.
(Tek sayı seçtiyseniz A'ya koyunuz.)

Beyaz karelerdeki sayıların toplamından siyah karalerdeki sayıların toplamını çıkarıp elde edeceğiniz sonucu "Renk Farkı" olarak adlandırınız.

Olası tüm seçme işlemlerinde elde edilecek renk farklarının toplamı nedir?

Soru 1, 2, 3 sayıları için sorulmuş olsaydı, yanıt 12 olacaktı.

A	B	C
D	E	F
G	H	J

Biftekler

Üç adet biftek aşağıdaki kurallara göre kızartılacaktır:

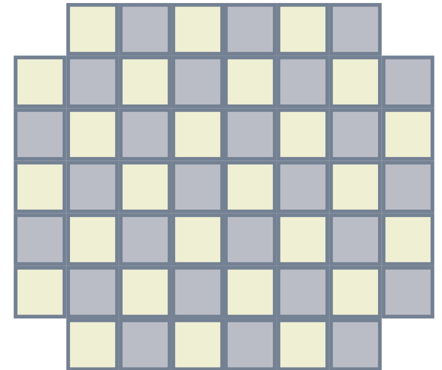
- Kullanılacak tava sadece iki biftek almaktadır.
- Üç bifteğin iki yüzü de kızartılacaktır.
- Her bifteğin bir yüzüne yağ sürülecektir. Yağ sürülecek yüzün kızartılmış olması gerekiyor.

  (İki yüzün birden kızarmış olması gerekli değil. Bir yüz kızartılıp yağ sürülebilir ve daha sonra diğer yüz kızartılabilir).
- Yağ sürme işlemi biftek tavadayken yapılamaz.
- Bifteği tutmak ve yağ sürmek için tek bir maşa olduğu için bifteği tavaya koyarken, ters çevirirken, alırken ve yağ sürerken bu işlemlerden aynı anda yalnız biri yapılabilir.
- İşin sonunda tüm biftekler tavadan alınmış olacaktır.
- Her biftek için; tavaya koyma 1 sn., tavada ters çevirme 1 sn., tavadan alma 1 sn., bir yüzünün kızarması 4 sn. ve yağ sürülmesi 2 sn. sürmektedir.

Bu iş en az kaç saniyede yapılabilir?

Dörtgenlerin Sayısı

Dört köşesindeki karelerin çıkarıldığı 7x8'lik bir satranç tahtasında toplam kaç dörtgen sayılabilir?



Soru 3x4'lük bir tahta için sorulsaydı yanıt 25 olacaktı.

	A	B	
C	D	E	F
	G	H	

1.A, 2.B, 3.C, 4.D, 5.E, 6.F, 7.G, 8.H, 9.AB., 10.CD, 11.DE, 12.EF, 13.GH, 14.AD, 15.DG, 16.BE, 17.EH, 18.CDE, 19.DEF, 20.ADG, 21.BEH, 22.CDEF, 23.ABDE, 24.DEGH, 25.ABDEGH.

Soru İşareti

Son saatteki soru işaretinin yerine ne gelmesi gerekiyor?

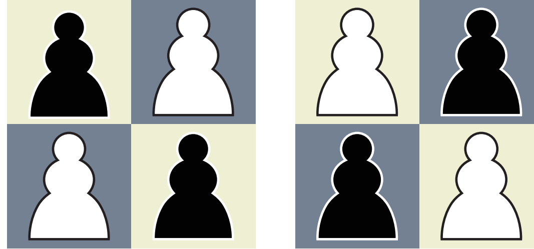


Onaltı Piyon

S8 beyaz, 8 siyah piyonu 4x4'lük bir satranç tahtasına öyle yerleştirin ki, her sırada ve her kolonda 2 beyaz, 2 siyah piyon bulunsun.

Bu işlem kaç değişik şekilde gerçekleştirilebilir?

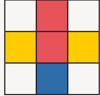
Aynı soru 2 beyaz, 2 siyah piyon için ve 2x2'lik bir tahta için sorulsaydı yanıt 2 olacaktı.



Geçen Sayının Çözümleri

Soru İşareti

Her satırda bir tablo kırmızı karelerden, bir tablo ise sarı karelerden oluşuyor. Üçüncü tablo ise bunların üst üste gelmesiyle elde ediliyor. Kırmızı ve sarının üst üste geldiği kareler mavi oluyor.



Silinen Sayı

23 ve 30

Aynı Oran

8192

(1458, 1944, 2592, 3456, 4608, 6144, 8192)

On İki Noktalı Daire

924

n için formül C(n,6) olduğundan C(12,6) = 924

İpli Üçgenler

2 ceza puanı

Sekizgendeki Üçgenler

132

Euler'in formülüyle,

En = 2 x 6 x 10 x…x (4n-10) / (n-1)!

E8 = 2 x 6 x 10 x 14 x 18 x 22 / (8-1)! = 132.

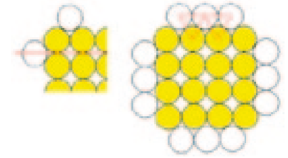
Dönen Para

6

Para, köşelerde 30 + 90 + 30 = 150 derecelik bir dönüş yapıyor.
Dört köşe olduğu için 4 x 150 = 600 derece.
Kenarlarda ise 60 + 60 = 120 derecelik bir dönüş yapıyor.
Dört kenar için 4 x 120 = 480 derece.
Toplam 600 + 480 = 1080 derece.
Bu para, bir paranın etrafında tam olarak (360 derece) dönse kendi etrafında 2 kez dönmüş olur.
Yani her 180 derece için bir kez kendi etrafında dönmüş olacağından 1080 / 180 = 6 kez kendi etrafında dönmüştür.

Piyonlar ve Daireler

429



Piyonlar ve Daireler

256

İlk sıra nasıl yerleştirilirse yerleştirilsin, ikinci sırayı yerleştirmenin tek bir yolu var. Benzer şekilde diğer sıraların da tek yolları var. O halde ilk sıra kaç değişik şekilde yerleştirilebilir sorusunun yanıtı, aradığımız yanıttır.

$2^8 = 256$

Not:

N bir çift sayı olmak üzere N x N'lik bir satranç tahtası için cevap 2^N'dir.
N tek sayı olduğunda ise bu yerleşimi yapmak imkânsız olduğundan cevap 0'dır.

TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisine Gönderilen Yazı ve Görsellerin Sahip Olması Gereken Özellikler

1. TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergisi akademik düzeyde yayın yapan bir dergi değildir. Bu nedenle dergimizde yayımlanan yazılar genel okuyucu tarafından anlaşılabilecek düzeyde, net, yalın ve teknik olmayan bir Türkçe ile yazılmış olmalıdır. Yazılar, başlık, sunuş, ana metin, alt başlıklar, çerçeve metinleri ve görsel malzemelerden oluşmaktadır.

Başlık: Konuyu en iyi ifade edebilecek nitelikte, kısa ve ilgi çekici olmalıdır.

Sunuş: Yazının sunuşu başlığın hemen altında yer alır ve konunun önemini, yazının ilginç yanlarını okuyucuda merak uyandıracak biçimde anlatan birkaç kısa cümleden oluşur. Bu kısım sayfa düzeninde farklı bir yazı karakteriyle, ana metinden ayrı biçimde başlığın altında yer alacaktır.

Ana metin: Ele alınan konunun, savunulan düşüncenin ve ilgili olayların örneklerle açıklandığı bölümdür. Yazılar yapılan bir araştırmayı tanıtmaya yönelik olabilir. Ancak bu gibi durumlarda dahi dergimizin bir popüler bilim yayın organı olduğu göz önüne alınarak, yazının önemli bir kısmının konuyu çok genel hatları, temel bilgileri ve kısa bir gelişim tarihçesiyle okura tanıtması gerekmektedir. Burada teknik terimlerin ve temel kavramların net bir şekilde açıklanması beklenmektedir. Yazının geri kalan kısmında araştırmaya özel hususlardan ve araştırmanın genel katkısından bahsedilmeli, önemi ve yaygın etkisi vurgulanmalıdır. Varsa, konu hakkındaki başlıca görüş farklılıklarına işaret edilmeli, ancak ayrıntılı tartışma ve yargılardan kaçınılmalıdır. Çok ender durumlar dışında yazıda formül bulunmamalıdır.

Alt başlıklar: Ana metinde işlenecek konuyla ilgili farklı görüşlerin ve durumların anlatıldığı paragraflar alt başlıklarla ayrılabilir.

Çerçeve metinler: Ana metinde ele alınan konuyu destekleyici, konuya yeni açılımlar getiren, kimi zaman uzmanlar dışındaki okuyucuların anlayamayacağı nitelikteki teknik kavramları açıklayan, kimi zaman uzman görüşlerinin yer aldığı kısa metinlerdir. Çerçeve metinler yazarın kendisi tarafından hazırlanabileceği gibi, konunun uzmanına da yazdırılabilir.

Kaynaklar: Yazının başvuru kaynakları mutlaka liste halinde yazının sonunda verilmelidir. Kaynaklar aşağıdaki örnek biçimlere uygun şekilde yazılmalıdır:

Alp, S., *Hitit Güneşi*, TÜBİTAK Popüler Bilim Kitapları, 2002.

Şeker, A., Tokuç, G., Vitrinel, A., Öktem, S. ve Cömert, S., "Menenjitli Vakalarda Beyin Omurilik Sıvısındaki Enzimatik Değişimler", *Çocuk Dergisi*, Cilt 1, Sayı 3, s. 56-62, 1 Mart 2008.

Soylu, U. ve Göçer, M., "Göller Bölgesi Sulak Alanlar Durum Değerlendirmesi," Göller Bölgesi Çalıştayı, 8–10 Aralık 1995.

http://www.news.wisc.edu/16250

Anahtar kavramlar: Konuyla ilgili en çok beş adet kısa açıklamalı anahtar kavram verilmelidir.

Görsel malzemeler: Yazıda ele alınan düşünceyi destekleyici ve açıklayıcı fotoğraf, çizim, grafik gibi sunuşu zenginleştirici öğelerdir. Görsel malzemeler yayın tekniğine uygun kalitede, yeterli büyüklük ve çözünürlükte (baskı boyutunda en az 300 dpi) olmalıdır. Açıklama gerektiren görsellerin alt ve iç yazıları ve görselin kaynağı yazı metninin altında mutlaka verilmelidir. Yazarın temin ettiği görsel malzemelerin telif hakkı sorumluluğu yazara aittir. Yazar gerekli izinleri almakla yükümlüdür.

2. Yazı .txt ya da .doc formatında, elektronik ortamda bteknik@tubitak.gov.tr adresine iletilmelidir. Seçilen görsel malzemelerin nerede kullanılması istendiği metinde işaretlenmiş olmalıdır. Görsel malzemeler metnin içinde değil, ayrıca gönderilmelidir.

3. Bilim ve Teknik dergisine ilk defa yazı gönderecek kişilerin yazılarını eğitim durumlarını ve yazdıkları konudaki yetkinliklerini gösteren 40-60 kelimelik bir özgeçmişi fotoğraflarıyla birlikte göndermeleri gerekmektedir.

4. Dergi yönetiminden onayı alınmış özel durumlar dışında, bir yazı 1800 kelimeyi geçmemelidir.

5. Yukarıdaki koşulları yerine getirdiği takdirde önerilen yazılar, Yayın Kurulu, Konu Editörleri ve Bilimsel Danışmanlar tarafından değerlendirilir. Yayımlanmasına karar verilen yazılar redaksiyon sürecine alınır ve yazarın onayıyla yazı yayımlanma aşamasına getirilir.

6. Yazının; bilimsel, etik ve hukuki sorumluluğu yazarlarına aittir.

7. Yukarıdaki koşullar kabul edilerek dergimize gönderilen ve yayımlanan yazıların her türlü yayın hakkı, TÜBİTAK Bilim ve Teknik dergisine aittir.

Not: Dergimiz için yazı hazırlamak isteyenler için daha geniş bilgi içeren "Popüler Bilim Yazarları İçin El Kitabı" http://biltek.tubitak.gov.tr/bdergi/popülerbilimyazarligi.pdf adresindedir.